

SCIENTIFIC INSTRUMENT NEWS

HITACHI

AUG./OCT. 1992
VOL.35 NO.4

U.D.C. 543. : 001.18

目次

特集 アナリティカルサイエンスを 考える

展 望

- 分析化学はどのような 木羽敏泰 -1
主知主義と実用主義の相剋
..... 藤永太一郎 -4
分析化学と分析科学 藤原鎮男 -6
アナリティカルサイエンスにもの申す
—化学の素養— 橋谷 博 -11
分析化学者よ、大いに挑戦しよう
..... 松本和子 -14
分析化学の科学 北森武彦 -18
分析科学とその概念構造
..... 小泉英明 -21

解 説

- 日立¹³C/¹H-NMR検索同定システム
の開発(2)—実用化の検討—
..... 橋本正雄
佐久間晃子 小室 仁 笹淵 仁 -27

新製品紹介

- M-1000H形日立LC/MSシステム -34

学会発表 ミニファイル

- -32

技術資料 新刊紹介

- テクニカルデータ最新版ダイジェ
スト -16

ラウンジ

- 京都に医療情報発信基地あり -13

トピックス

- 第53回分析化学討論会開催さる -15

- 日本電子顕微鏡学会 第48回学術
講演会開催さる -15

- 1992年度質量分析連合討論会開催
さる -20

- 第15回最新科学機器展開催さる -20

- 第24回全日本科学機器展の予告 -34

特集 アナリティカルサイエンスを考える

展 望

分析化学はどのような

The Vicissitudes of Analytical Chemistry

木羽 敏泰*



1. 彼岸よりの妄言

「彼岸より われ亡きこの世覗くこと 去りし職場を 或日見てきぬ」(富小路禎子：花をうつ雷，1989所収)。作者は姓でもわかるとおりの歌道の家の末裔であり，在職34年の某化学工業会社を平成元年（1989）に定年退職された方である。この歌を読んで感じる人が多い。

大学を定年退職し，分析化学講座担当という任務を離れて，すでに13年余，正にわが身は彼岸にある。そして，在職した1949～1979年の30年間は，私の分析化学にとって，すこぶるよき時代であったと思う。その後，近郊の工業大学で科学史や環境管理などの科目を受持って，立場をかえて分析化学を見る機会にもめぐまれた。もとの分析化学研究室はおろか化学教室へさえ顔を出すことは稀である。執念を持たないことが主義である。それでも時に所用とか，招かれて行くと，上記のように文字通り，自分の亡くなった後の世を覗く亡霊の立場でしかない。現世の動きとか現役のかたがたの仕事とかは学会誌などを通じて知るのみで，身をもって体験することはない。彼岸から物を訊くことの無礼をかえりみず，同じ市内に住み，専門上，日本分析化学会会員である各大学学部や研究機関のかたがたに集まっていた。私の十三回忌法要のつもりで昼食会をふくめて実に5時間に及ぶフリートーキングをしてもらった。それを拝聴しての感想を中心に書かせてもらうことにしよう。

2. 大きな断層

分析化学研究者を年齢別に見ると，その思考体系に大きな断層がある。その時期は直示天秤の出現を一つの境界とすることができよう。かつて化学天秤は研究者及び学生にとって聖なる測定器であった。実験室から隔離された天秤室は静かで，天秤に向って座し，秤皿に小さな板状分銅をピンセットで挟んで加除して，指針の振れを眺めながらノートに記載していると，これは禅僧の修行のような忍耐と心の平静さを要した。化学学徒としての一応の洗礼であったと思われる。分析化学の研究

* 金沢大学名誉教授・金沢工業大学名誉学長

者や技術者は、天秤を使用する回数が他の分野の人たちにくらべて多かった。それだけ人間も練られていたことであろう。

化学教育の面でも、重量分析の最初に課せられた「分銅の較正」実験で、われわれの計測が絶対測定でなく、すべて相対測定である認識を体得し、容量分析での測量器具の目盛補正では、気圧、気温、水温、湿度など測定誤差導入の要因について会得したものである。直示天秤から電子天秤になり、機器が自動化して、現在ではかつての難行苦行はなくなった。そのかわり、化学者は多くのものを失ったと思われる。1965年ごろの卒業年次を境に、分析化学の認識に大きな断層があり、それは機器分析の発達とともに拡大する。学者間の論議のひずみもこの断層に由来するものであると考えられ、時に話は人間性にまで及ぶ。

3. 即問即答のふしぎ

身は彼岸にある老人にも、時に他領域のかつての盟友から質問を受けることがある。未曾有の長寿社会の出現で、人類はそれに伴う未知の現象に遭遇しつつあるが、医療の面ではがん・循環器系の疾患への強力な対応がなされ、続いて現れてきたのが老人痴呆である。昭和62年度の厚生省「人口動態社会経済・高齢者死亡調査」によると、老人には個人差が大きいので一概には言えないが、痴呆症状が死亡前に見られた割合は70歳以上で18~15%に達しているという。本人と家族の実状は悲惨ともいえると指摘されている。クロマトグラフィーでノーベル賞を得られたイギリスのマーチン先生の状況は、昨年秋のNHKのアルツハイマー痴呆の特集で拝見した。この痴呆と或る金属が関係しているらしいという推論があり、脳神経細胞中のものの微量分析が問題になっているらしい。この問いに応ずべく、全国で3人の知り合いの分析化学者に電話をしてみた。3人が3人とも、それにはICP(高周波誘導結合プラズマ発光分析)とNAA(機器中性子放射化分析)がよろしいでしょうと、即座の返答である。3人とも試料の形態や採取量、化学的前処理や汚染導入の要因などについては、全く興味を示されなかったのである。最終の測定機器にのみ関心が集まり、いわゆる全自動化ということになると、当然、分析化学者不用論が台頭してくるのも無理からぬことである。大学や研究所をまれに見学すると、うちにはこんな大型機器が、こんなコンピュータシステムが、クリーンルームが、という案内が主で、いのちをかけた研究理念といった話題は聞けない。要するに往年の大艦巨砲主義で軍備拡充に走るようなものである。大艦の沈没とともに、自らの手足で泳げないような化学技術者は海底の藻屑となろう。

4. 化学教育と技術行政のはざままで

1960年代に高校化学教育に導入されたCHEMS (Chemical Education Material Study) とCBA (Chemical Bond Approach) は高校生や大学生に実験疎外、実物不識の欠陥を残し、受験競争の激化とともに彼等は化学実験から遠ざかった。答案を早く型式どおりに書くことの練習に専念し、疑問を心の中に芽生えさせて思索によって自らの手で解決していくことを忘れていった。

「初めに量子化学ありき」といったような教育姿勢が現世を風靡し、実験室を全く持たない理論化学の研究者の方

が高級だと思える学生たちの数が理工系ではふえている。CHEMSやCBAの影響である。わが国の偏向集中主義が拍車をかけている。最近、ある新設大学の開学式で「本学では世界的、ノーベル賞クラスの研究を目指す」とあいさつした学長の名を新聞で見たが、ノーベル賞は研究成果の所産であって出発点ではない。微積分は物理学の古典的問題を解くために導入されたものであり、カッター漕法から始めて帆船、それから巨大な商船の航海術を習うことを忘れてはならない。分析化学の学習においても、初めに演習書などを用いて化学量論や平衡計算などをやらせ、既成概念を植えつけてしまう方法に私は反対である。実験を先にやらせてから、その体験をもとに平衡論などを講ずべきであろう。実験を省略して、計算のみで済ませている大学もあると聞く。大学は今や空洞化し、産業界への就職のベンチにしかすぎなくなった光景をしばしば見る。科学技術行政は欧米の知識を吸収し、おもに経済的発展に役立つような産業や人材を養成することをめざしてきた。産学協同といっても産業が企業目的に大学を利用し、大学が企業のお金に頼るという関係のみでは面白くない。人材の流動性という点から推進すべきであろう。

研究費の申請書に「国の内外における当該研究の状況」「この研究成果の社会・産業への貢献予想」という欄が必ずある。もし、国の内外で誰もやっていない、産業への貢献は不明、と書いたら絶対に研究費はもらえない。

5. 分析化学はどうなる

故宗官尚行先生の講演「日本の分析化学」(1973, 京都)によると、わが国の大学に分析化学講座が設立されたのは1911年、まだ100年に満たない。日本化学会編「日本の化学百年史」(1978)によると、第1号の論文は高山甚太郎氏の「日本製茶の分析説」(1880)であるという。同書にはまた工業分析化学が明治政府の殖産政策によって、どのように進展していったかという詳細な記述がある。これらを見ると分析化学は社会の発展に欠くべからざる学問であることがよく理解できる。といて、農学、医薬学にも必要だからと、学術会議の第4部から第7部にまたがるとして、分析科学Analytical Scienceの呼称を用いると、それぞれの分野の中へ沈潜してしまっていて、主体性のないものになるおそれがある。日本分析化学会の欧文誌発刊に際しては、米国化学会の学術誌Analytical Chemistryにまぎらわしくないために、この名称を選んだと伝わっている。ICASについても、米国に留学した長老の多い学会で同じような理由でACは避けられたと聞いている。かりそめにも日本分析化学会が日本分析科学会と改称するようなことがあれば、学会の思い上がりも甚しいといわねばならない。それは高価な分析機器メーカーのコマーシャル作戦に乗って学会を身売りすることにほかならない。学会の創立会員としても許せないことである。

一方、大学理学部などの分析化学講座の衰退が世上しばしば指摘される。若い研究者の自信喪失も漏れ聞るところである。岩波書店の理化学辞典初版は、私が大学2年生の1935年春に発行された。現在なお座右の書として持っているが、分析化学とは、化学分析の方法を探究する化学の一分科とある。そして驚くべきことに元素の周期表はまだ完

全に埋まっておらず、エカ・アルミニウム、エカ・ケイ素、エカ・セシウム、エカ・ホウ素、エカ・ヨウ素などの名称がある。それぞれ今日のGa, Ge, Fr, Sc, Atである。新元素の分離発見への功名心は無機・分析化学の方向へ多くの若人を向かわせたのである。今でもこの辞典をながめていると、当時の心躍りを思い出すのである。

現在の若い研究者の分析化学的研究目標は何か。環境を対象とすれば、その広大にして複雑なネットワークの中にとじこめられて、わずかな対象しか処理できない。分析技術の自動化、デジタル化、コンピュータ処理が行われるようになり、機器全体がブラックボックスとなって、化学の知識の全くない素人でも、ボタンを押すだけで一応の数値がでてくるようになった。従って、化学分析不用論とか、分析化学の実習はもう必要でないとか、極端な論議がまかりとおる。大学でそういうことを主張する学者に限って、先に述べた大艦・巨砲主義であって、化学本来の目標を失った人である。

若い分析化学者に深遠な原理的な目標を。それは現役の指導者のかたがたの責任でもあると考える。

著 者 略 歴

氏 名	木羽 敏泰
生年月日	大正 2 年 11 月 1 日生
現 職	金沢大学 名誉教授
	金沢工業大学 名誉学長
学 歴	昭和 12 年 東北帝国大学 理学部 化学科
学 位	昭和 23 年 理学博士
職 歴	昭和 14 年 金沢高工 教授 (旧制)
	昭和 16 年 名古屋帝国大学 助教授
	昭和 24 年 7 月 金沢大学 教授 (理学部)
	昭和 42~47 年 同 理学部長
	昭和 50 年 同 図書館長を併任
	昭和 54 年 金沢工業大学 教授
	昭和 59 年 同 学長
	昭和 63 年 4 月 同 名誉学長 (現在に至る)
代表著書	「純粋な物質」(昭和 22 年, 創元社出版)
	「基礎応用定性分析」(昭和 37 年, 朝倉書店出版)
表 彰	昭和 34 年 中部日本文化賞
	昭和 38 年 日本分析化学会賞
	昭和 51 年 日本化学会賞
	昭和 61 年 4 月 勲二等瑞宝章
趣 味	読書
自 宅	〒920 金沢市小立野 2-10-21
T E L	(0762) 61-5252

主知主義と実用主義の相剋

Analytical Chemistry standing between Intellectualism and Pragmatism

藤永太郎*

1. はじめに

分析化学の展開が思わしくない。どのようにあるべきか。このところ学会もまことにかまびすしい。まことは、そのようなことあげをするのでなく、一人ひとりが「わが信じる分析化学」の研究をすることが正解なのである。また学会は一人ひとりが愉しく闊達に発表できる場であればよい。どうしてそうならないのか。

2. 科学思潮の変遷

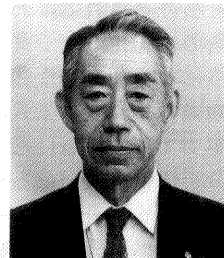
有史以来、学術は主知主義intellectualismに導かれて発達した。ピタゴラス、アリストテレスらに続くヨーロッパの科学者達は知性にもとづいてひたすら真・善・美を追求し、その結果2000年を経て文芸復興として開花するまで科学は科学のためにあったのである。その後科学が利潤を生むことが判ってくると、企業やついで国家が学問研究に投資するようになるが、それは産業革命と共に顕著になり、殊にアメリカが二度の大戦に勝利すると、実益を生じる観念のみが知性であるとするピアースらの唱える実用主義pragmatismが世界を風靡するようになった。今次大戦に直接対決して敗れたわが国では、特に無批判かつ迎合的に実用主義を受け入れて今日に及んでいる。経済発展がこれを正当化するに役立ったので、学問もこれによって著しく変貌し、中でも最も大きく衰退するのが学問としての化学であり、分析化学である。皮肉にも応用化学技術の繁栄と学会の会員増と引きかえにこの事が起るのである。

自然科学は真実を探究するのであるから、本来技術の進歩にほとんど関りが無い。学術の研究教育体制というものは、世情の変化に即応して変えてはならないものである。諺にも言う通りそれは「百年の計」なのであり、事実今日の日本の繁栄は明治から戦前へかけての研究教育の成果である。諺に林業なら十年というから農業なら一年、工業は一月、商業は一日の計で実現する。今日の分析化学の情勢をみて変革をいう人は、工業分析か商用分析のことを考えているのであろう。

3. 科学研究の方法と方向

自然はクオークから成立っているからといって、生物学の研究をクオークから始める訳にはいかない。従って、素粒子、原子あたりまでは数学、物理学が主として担当し、原子分子は化学、細胞は生物学、火水土風は地学というふうに簡単な系から複雑な系へと数段の学科をつくって分担してきた。各学科の知見と情報は次第に増大してゆくが、数学の研究の成果を物理学の研究に、物理学の知見を化学の研究にというふうに、自学科の進歩に貢献した後では更

により複雑系の学科に役立ててきたのである。当然化学は化学の次に生物学や地学に貢献することになっていた。今世紀半ば、アメリカの世界制覇まではこの学問体制は確立していたし、今も保守的なヨーロッパの幾つかの国では変っていない。一番変わったのは日本である。国が実用主義に染まって研



究重点を実益領域に移すばかりでなく、教育制度までそのような先行指導をする。情報科学に関する基礎研究、超電導に関する、核融合に関する、バイオテクノロジーに関する、といったふうに目的顕示の応用研究に基礎という形容詞をつけて研究者に誤った安堵感を植えつけている。他方、今世紀初めまで物理学者は即物的各論の研究を不純だと考えて避けてきたので、原子構造、物性論といった今世紀になって大きな実益を生む領域が空白になっていて、最初化学者が担当した。物理学者も実用主義研究の時代になると、質点、剛体、黒体といった形而上的力学で遊んでおれなくなり、——事実、科学哲学の変化だけでなく、キュリーの発見したラジウム放射能の強さに驚かされるといった幾つかの出来事とも相まって、——猛然と原子核物理学、固体物性論に取組むようになったのである。

実は、何れの学科も基礎を方法論、各論、理論の三者におく鼎の上ののって今日の発展を来したのであり、化学ではそれが分析化学、無機・有機化学、物理化学に対応する。分析化学の開拓した方法によって化学現象の情報がとり入れられ、その情報を無機・有機化学者が整理し法則を見出し、その理由を物理化学者が考える。化学ではこの三者の協力が偏りなく行われ、物理学のように各論を軽視したり、生物学のように各論以外を軽視したりしなかったのが、前世紀中に成熟した学科に育っていた。化学工業の隆盛もその成果の一つである。従って、科学界に於ても化学の成果は高く評価され、その協力が要請されることになるが、この時化学は、生物学、地学へ向けて重点的に出向するのが主知主義の下での科学研究方法論として取るべき途であった。誤らせたのは、実用主義でありアメリカ主導下の政治経済思潮である。研究者は化学反応を学び、その領域に興味を有しながら、反応の起らない物理領域で仕事をするよう馴化され、分光學、物性論、核物理、情報などに取組むと共に、中にはそれらの試料作製を手伝っているに過ぎない者もいる。本当は物理学者が化学の各論や実験を学んで取組むべき領域であった。一層憂慮すべきことは、この学問としての化学の衰退に気付かないで、現在の延長線上になお多くが希望を繋ぎながら本質を失おうとしている事

* 財団法人 海洋化学研究所 研究所長、理博
京都大学 奈良教育大学 名誉教授

である。

〔註〕 純粹（理）化学者の多くが、分析化学会の他、物理学、応用物理学、金属学、高分子学、電気化学、生物化学、錯塩化学など、多様の独立学会を主たる研究発表の場とするようになり、日本化学会は少数の有機物理化学者だけのものになろうとしている。アメリカ化学会よりもこの点では分極が進んでおり、総合学科としての化学を形成してゆく役割が果せなくなりつつある。合同年会を組織したり、関連学会と編集協力を進めるなどの求心的な将来計画が必要であろう。

現状を肯定して実益研究奨励に安易に乗っておれば、先端技術のみ跋行的に進展する。食糧、エネルギー、情報はこのようにして推進されたが、実はこれらは人類福祉に役立っていないし、今後も役立たない。これらは不足によってではなく、供給過剰によって摩擦と不安を激化しているのである。これらの成果は地球上の南北に不均衡を顕在化させたが、今は国内職種間、科学研究領域間に不合理な懸隔を生み出し、例えば純粋分析化学の研究は超電導物質研究ほどは評価されない、という環境を作り出す。今こそ真の学問と効用研究との相違を素朴に捉える必要がある。知性に導かれ自主的に選ばれた研究には真に研究者としての喜びがある。真・善・美が純粋に追求された時、その収穫はいかほど多産的であっても悪を生じることではない。他方実益を指向してあげた成果は多かれ少なかれ実害を伴うものであり、従ってその選択には高い倫理観が要求されることになる。

4. 1950年代以降

最初に述べたように、戦後間もなく化学の世界に内外とも大きな変化がおこる。日本分析化学会の設立、同学会賞の制定、タランタの発刊とタランタ賞の設定が行われたが、分析化学以外では、工業化学雑誌の日本化学会誌への合併、日本学術会議の設置後三十年たつて公選の廃止などがおこる。何れも基本に関する改革であって当初は主知主義、アカデミズムへの回帰を願っての出発であったにも拘らず、強い体制の抵抗と誘導によって実用主義的存在になり終った。次の段階として、科学を横割にする方が一層効果的であるとの理由から、分析化学を辞めて分析科学に改称、改編しようとの国際的な動きさえ見られる。このような今世紀の学術の変貌を学会賞を追って傍証してみよう。

わが国では未だノーベル賞は聖域であって批判する人は

表1 ノーベル賞受賞者（分析化学）

受賞者名	受賞テーマ	受賞年
F.W. オストワルド	水素電極	1909
W.H. ネルンスト	ポテンシオメトリー	1920
F.W. アストン	マス・スペクトル	1922
F. ブレーグル	微量元素分析	1923
M. ジーグバーン	X線分析（物理）	1924
C.V. ラマン	ラマン・スペクトル（物理）	1930
F. ジョリオ I. ジョリオ. キュリー	人工放射能	1935
G. ヘベシー	放射性同位体トレーサー	1943
A.W.K. チゼリウス	電気泳動分析	1948
F. ブロッホ	NMR（物理）	1952
A.J.P. マーチン	クロマトグラフィー	1952
J. ヘイロフスキー	ポラログラフィー	1959
R. エルンスト	NMR	1991

表2 タランタ・ゴールド・メダル 受賞者

受賞者名	受賞テーマ	受賞年
F. ファイグル	スポットテスト	1961
G. シュバルツェンバッハ	キレート滴定	1963
I.P. アリマリン	放射化分析	1965
E. シュタル	薄層クロマトグラフィー	1967
A. ウォルシュ	原子吸光分析	1969
R. プリビル	金属指示薬	1972
B.V. ルボフ	フレイムレス原子吸光	1974
R. ベルチャー	特異分析化学反応	1977
J. ルチカ	フロー・インジェクション	1981
T. 藤永	ボルタンメトリー	1983
E. プンゴール	固体膜電極	1986
H.A. レイティネン	白金電極	1988
W. シモン	液体膜電極	1991

希であるが、ヨーロッパではこの賞が近年実用主義^{おもね}に阿っているとの専らの評価である。平和賞に至っては、自然科学賞と選考理念、方法とも異なっているが、アメリカの気に入ったものでなければ当たらない。

かつてはノーベル物理学賞を連ねると理論物理学ができ上がると言われ、ノーベル化学賞は分析化学の進歩を示していると評された程である。然し戦後は何れも変化し、クロマトグラフィー、ポラログラフィー（1959年）以降三十年間は分析化学の受賞がなかった（表1）。昨年久方ぶりに多次元フーリエ変換NMRの研究によってエルンストが受賞したが、この化学賞はいくつかの点で象徴的である。まず、NMRについては既に40年前にブロッホに与えられている、それも物理学賞としてである。この頃既にIUPACの長老分析化学者達は、このような分析化学の化学内における凋落傾向を憂え、タランタ賞を創設した（表2）。殆ど同時に日本分析化学会賞も創設されている。これも偉大であったが、上述したような現代思潮の背景の中で必ずしも所期の成果をみることができず、今では苦悩の岐路に立たされているのである。

〔註〕 論文出版数で世界の1、2位を占めるにも拘わらず両賞とも日米の分析化学への評価が著しく低いことに注目する必要がある。

著者略歴

氏名 藤永太郎
 生年月日 大正8年1月22日生
 学歴 昭和16年 京都帝国大学 理学部化学科
 学位 昭和31年 理学博士
 職歴 昭和16年12月 京都帝国大学 助手
 35年12月 京都大学 教授
 58年10月 奈良教育大学 学長
 学会、社会における活動
 昭和43, 48, 54, 55～57年 学術審議会委員（文部省）
 47～53年 日本学術会議 会員（総理府）
 38～60年 IUPAC分析部会 正または準会員
 55年4月 日本分析化学会 会長
 56年4月 日本分析化学会名誉会員
 平成2年4月 日本化学会 名誉会員
 2年7月 ソ連科学アカデミー 名誉会員
 代表著書 ポーラログラフ分析法（昭和31年、丸善）
 基礎分析化学（昭和54年、朝倉書店）
 表彰 昭和38年4月 日本分析化学会賞
 58年8月 タランタ・ゴールド・メダル
 61年6月 日本学士院賞
 平成2年7月 クルナコフ・メダル（ソ連）
 3年11月 勲二等旭日重光章

分析化学と分析科学

Analytical Chemistry and Analytical Science

藤原 鎮男*

1. 分析化学の重要性

近代科学の始まりは、ボイル (Robert Boyle, 1627.1.25 - 1691.12.30) で、analysisすなわちアナリシスという言葉の初めて提唱した。これは、自然科学の本質が解析にあり、すべての事は、要素を極めれば分かるとするヨーロッパに根差す近代科学の根元を定めたものとされる。ボイルが近代科学の父といわれるのはそのためである。この立場に立って化学もその後進展した。器具や試薬について、我々は錬金術者に負うところが多いけれども、彼らは物の究明を元素に尋ねるという観念に立っていなかったで、近代科学の系列に入れてもらうことが出来なかった。

元素観に立った人々は、ラボアジエ、ドルトン、実験ではベルセリウス、ローズ、フレゼニウス、ノイエスらの系列で、これらの人々のおかげで、今日の我々化学者は、系統的な見方で元素の化学的性質を理解し、後進の教育を果たし得ている。分析化学はこの流れの源流で、従って化学の根元である。

上に述べたことが本稿の眼目の一半である。

すなわち、化学は、物質の根元を化学の視点で明らかにするという使命を持っている。それ故この使命の遂行を職業とする化学者は、元素の化学性の知識を十分に身につけていなければいけない。そして、この職業の後継者の養成・教育もまた彼の重要な使命であるから、元素の化学性の教育を確実に遂行することも、彼の重要な責務である。それは、自然科学の根本基礎であるから、この教育は自然科学の学徒の最初の課程でしっかり与えられなければならない。

そういうわけで、在来、高等教育の初学年では化学専攻のものだけではなく、一般自然系の学生全部にその教育課程に必修として、イオンの定性、定量の教科を中心科目の一つに置いた。

今後も上記の事は、世人が等しく認識し、化学専攻者には重く、自然科学系一般の学生には要点を抑えたカリキュラムを用意するなどの配慮はするにせよ、とにかく、元素の化学性の知識をしっかり身に付けさせる事を堅持すべきである。分析化学の発展はまずこの点からスタートしなければならない。

対 応：問題はそのカリキュラムである。元素の化学性の体得という根本的な重要事項に対し、現在化学者は怠慢で、千篇一律のコースしか用意していない。ユーザーとマーケットの調査も、対応も甚だ不十分である。それでいて、若い学生に化学が不人気であると嘆いている。分析化学者

も同じであって、一番最初に見参するこの課程を当の分析化学者が、酷な言い方をすれば気楽な気持ちか、あるいは荷厄介的な意識でお茶を濁しているのではなかろうか。“化学性の化学”の意義と重要性を認識し、その対応法の開発に頭と時間と汗を流さねば、社会は振り向いてはくれないであろう。学生も

敏感にそれはキャッチする。化学が不人気の学科だとよく聞けけれども決してそうとばかりはいえない。実験をしたいという学生は多いのである。1000人の全部とは言わないが、何割かは確実にいるのであり、それで十分である。

現代の高等教育のカリキュラムは過密であり、しかもシニアコースの化学は典型元素の化学性の知識では足りなくなっているのが実状である。すなわち、時間の制約が厳しい上に、その中で、希元素までカバーした定性定量の分析化学コースを確立することが求められている。それは簡単ではない。しかもこれは、分析化学の担当者にとっては最も重要な責務であり、分野にとって急務である。そして、これをこそ、分析化学にもの申そうなどと言っている人が奮発し、宿題として考えてほしい。古くなっただけでも、高木誠司先生の定性分析表や、石橋雅義先生の全元素にわたるイオン反応集など、現在の我々が手本とし、材料として仰ぎうるものである。また、一般教養課程の教科をつくるのが課題になった新制大学の発足のとき、東京大学の教養学部の方々、たとえば松浦二郎氏や長島弘三氏らがミニスケールの定性分析のコースをつくった努力は今も想起してよいことであろう。この方式はその後、必ずしも十分な化学反応の学習にならないという批判もおこり、不人気で現在は常量のカリキュラムが一般となったが、予算も試薬も無い時期に、そして多人数の学生に何としても、化学の実験を体験させるという命題に直面した当事者が、一つの対応策としてこれを実現された努力は大いに評価してよいことと思う。器具から、薬品から、テキストまでを、議論でなく実際のカリキュラムで実行し得るようにするには多大の労を必要とし、当時の関係者はそれを実現したのであった。

昨年ヨーロッパでは、分析化学の定義とあり方について懸賞付きで諸家の意見をもとめた。小生も応募したが、そのとき彼らは真剣真面目だと思った。

日本の分析化学会もこの問題をいろいろの形で取り上げているが、斜にかまえた姿勢であって、自分の手足をつかい、自分の時間を費やしていないように思う。



* 神奈川大学 理学部 教授、理博 知識情報研究所長

東京大学 名誉教授

2. 分析科学

現在各大学で進行中の高等教育のカリキュラムの見直しが進められている。それは、いろいろの要素をもっているもので、一概な議論は出来ないが、この見直しは全世界の機運であり、勿論我が国でも全国的課題になっている。何故そうなのかというと、これが高等教育の根本に関わる重要なモチーフを持つからである。そのモチーフとは何かというと、他面化し多角化する時代の動きと、同じく多種多様化する若者の意識に対し、それに対応し得る高等教育課程をどうやって構築するかということである。

ところでこの課題は、読み換えればそのまま我々分析に関わる者にとっての課題なのである。

1. 章で述べたように、西欧流自然科学の本質の一半は分析である。自然科学は人間の科学であるから、物質の世界を離れるわけにはゆかない。それ故、化学性の分析の学術、すなわち分析化学は大切なのである。しかし、化学の、あるいは科学の最前線にある学術を対象とした場合は、対象が多種、多面、多様であり、要求もそれに応じた対応が必須で、多様な課題を正しく把握し、それに適切に対応する柔軟な力がもとめられるのであり、現代の高等教育はそれを担う力を持った人材の育成に向かわねばならないのである。高等教育の見直しというのは、そこを焦点としている。それ故にこそ、全世界が等しくこれを取り上げているのだと思う。この点で我が国の大学人の認識は不十分ではないかと思う。残念ながら、教養部の存続、改組のレベルの視点とか、縦割りの既得権益の維持程度の認識しか無いように見える。

先に述べたように、分析化学は多面、多様化した現代の科学技術の世界のため、最も基礎となる知識と能力を発展させる使命を持つ学問分野である。そういう背景において、大学の分析化学の講義をどの様に構築したらよいか、これは、直接の担当者にとっての大問題である。小生は分析化学でも分析科学でもどちらでもよいから、具体的なコースを出し合う実際の努力が必要と思う。

対 応：試みにアリゾナ大学のカタログで分析化学 (Analytical Chemistry) の講義の形をみると、定性、定量化学分析があり、これに機器分析がある。テキサス A&M 大学もほぼ同様である。この両大学は著名な分析化学の教授がおられ、我が国からそこに留学された方も多い。講義表を見る限りでは、米国のカリキュラムは旧来の形をそのまま守っているかに見える。しかし、日本と米国との間には根本的な所に違いがあり、それは分析化学の教育、研究体制の上で無視出来ない。

日本の大学は、学部、学科の縦割りの性格が強いのに対して、米国のそれは、化学系、物理系という小さくくりのもとに、講義と教科目が個別にあって、学生が個々に自分の志望に応じて、受講すべき科目を自由に選ぶことが出来るようになってきている。つまり、個人別の修学のメニューを構築することが可能なのである。実際は指導の教授や先輩に聞くわけであるが、個別に学習する道があるという本体は動かない。両者の優劣を論ずるのはそれぞれ一長一短があって、簡単に決めつけられない。それに、今はその事を論ずる場ではない。表題の関わりの上で、しかしこの違

いは大きいということを筆者はここで指摘したい。

専門の学問の上では、外国はドクター教育がスタートである。そのとき、外国では、学生はドクター研究のテーマに応じた教科の学習を指導教授との相談のもとに取ってやるようになってきている。それ故、たとえば、物理分析、たとえば分光分析のテーマだったら、かなり物理や数学の講義をとることを勧められるし、機器分析の装置開発だったら、電気や物理の受講を勧められる。その場合の数学や物理や電気は、特別のメニューによるものではなく、つまり、化学の学生のための数学や物理や電磁気ではなく、それぞれの専門の講義であり、試験である。これは、ガッシリした本格的基盤の上に研究が行われることを意味する。米国化学会の Analytical Chemistry の論文は基礎がしっかりしている感じをあたえるのはその為であろう。それはそれでよいのだが、これが度が過ぎると、他方では学習が表面的になり、方法論、ツールの開発に堕し、また、難しい教科を敬遠し、指導教授の時間と労力を消耗することになる場合が多い。また近年は薬物や高分子、さらには有機化合物の構造や反応の機構までそれぞれ有機化学、薬化学のなかで分析の名のもとに研究がおこなわれている。

薬学や高分子や有機化学の個々の物質個別を対象とするのではなく、(もし、それを対象とするのであれば、それは薬学や高分子や有機化学の分野の活動となる) それらの物質は研究の材料であり、研究課題の問題把握、手段の選択、設計、解析を一貫した問題として取り上げる分析化学が今求められている。科学の基本として分析化学が認められてきたのは、そこでこの活動が行われてきたからである。

対象の要素を分解し、要素を知ればすべて終わりとした時代はそれですんだ。しかし、それでは問題が落ち着いた場合はどうするか。

西欧流に物を分解してその要素を知るだけでは問題が解けない。そういう時代の科学技術の在り方が今問われているのである。それは、西欧流に対する東洋流の総合的把握と言ってもよい。問題解決の科学、東洋流の分析化学を主張してもよいのではないか。

話を分析化学のカリキュラムに戻すと、外国に対比して大きく異なることは、日本の場合では縦割りの狭い学科内で、広範に広がった分析の分野を少数の教授がカバーしなければならないことである。当事者にとってはそれは非常に辛い、厳しい責務である。しかし、筆者はそれを欠点とも思っていない。縦割りだと、現場に直結した問題をすぐに取り上げ得る強みがある。それは原料から最終製品までを一貫して取り扱うメーカーの強みと一致する点である。基礎系の分析化学講座においては、それに相当する現場を持たぬという人があれば、そこには問題解析の手法の選択に大きな自由度を持つと答えればよい。大きな利点としてよいであろう。

さて、縦割りでない米国でも問題があるのである。学生の意識が未熟なので、物理や数学を化学の準備の意図で受講させても、準備の段階でそちらに転向したり、転向はしないとしても、化学の知識のない化学のドクターが多く世に出てくるという。逆に、機械や物理や情報の学生で、化学を全く知らない機械屋や物理屋や情報屋が氾濫してきて

いるのを嘆く声が近年も多いのである。

西欧流の分析化学においても、縦割りによって得られる「地に足のついた問題の解析にあたる」ことが分析化学にとって大切であるとする認識が強まって来ている。その場合、「化学に局面を限定する」のではなく、総合的に問題の解決を図る意識が重要視され、また、それが必要となり、その対応の学問が求められている。これを昨年のヨーロッパ分析化学連合のテーゼは、分析化学教育の教科をどのように構築するかを問うたのである。「分析科学」といってもよいであろう。

分析化学が学科としての不可欠の地位を占めるわけは、「化学」に立ったproblem solvingの力を修得する教科であるからである。筆者もそれを強調したい。

しかしながら、ここで問題なのは、それが研究なり、社会との接点でそれだけでは済まぬ場合が起こることなのである。前述の米国化学会のAnalytical Chemistryでいえば、難点としてproblem solvingの論文が甚だ少ないことなのであって、Laitinen教授とこのことを話し合ったことを思い出すのである。日本分析化学会に欧文誌が出来たとき筆者が特に意図した注意点の一つはそれであった。社会が最も求めているのはproblem solving powerを持った人材である。

ところで米国の状況は、一見上述のような難点が見られるのであるが、根本のところでは実はproblem solvingの根本姿勢に立っているという特長がある。それは、指導教授の研究支持基盤がproblem solvingであり、研究のモチーフがそこにあるためである。それが研究社会に一面の健康性を与える所以になっているかと思う（もちろん、今度はそれが純正基礎重視の視点を失わせることにつながりかねないのであるが、それは今は問わない）。

我が国の縦割り制度は、各個に縦割りになった理工農医薬の分野において、問題に直結した研究テーマで研究活動がされるという利点があるのである。

しかしながら、いずれにせよ近代の科学がツールに向かい総合的な科学を失いがちになっていることは同じである。

分析科学はその是正の役を引き受けるのに最も適したディシプリンである。その際分析化学を名乗るか分析科学を名乗るかは問題ではない。要はいま分析化学の畠に居る人がその気になって、協力して、そういう演習を皆でつくり^(注)、その土台となる基礎の学術は何かというカリキュラムをつくることである。

(註 論点に関連して挙げたい資料としては、例えば、黒崎和夫著「失敗の記録」などがある。)

実は、実際にはそれは今までの卒業研究や、修士、博士コースの学習で十分行われてきたことである。決して新しいことを始めようというのではない。ただ、現実にはそれが段々に区々としたツールの開発になり、学会誌に現れる論文がそういう技術報告で一杯になり、またそういう経験だけでそのまま卒業してゆく者が多いことになって、危機感がもたれてきたのが実状であろう。これが分析化学と分析科学の議論の一つの側面ではなかろうか。

かつて、菅原健先生は1950年ごろ米国に高等教育の視察に行かれ、帰国されたとき、先生は「アメリカの分析化学の教育はおかしいと思う。手段の教育に偏っていて、目的のためのサンプリングや方法の選択の教育がおろそかだ。」

と言われたのを思い出すのである。

ソ連は分析化学の強い国で尊敬されるが、彼の国の科学はミッション オリエンティッドであって、周期律のメンデレーエフすら、その研究のモチーフは金、白金、その他の資源探索であったと聞くと、アリマリンさんの微量元素の分離分析の業績は、放射化学がその原動力であると伺っている。そう言えば、米国のノイエスの系統分析は、小麦をはじめとする農産物の分析法の確立が土台であるし、精密な米国分析化学の源泉は、ハーバードのリチャーズの原子量測定に根差すと考えられる。

近来、分析化学の本命の部署は試料の前処理と微量成分の分離技術であると多くの人々が主張した。それはproblemへの指向無しの言い方で、ツールに堕する恐れのあることであると思う。そうではなく、problem solvingの学術の体系の一環として、前処理もある。分析化学が現在の科学技術の先端の課題を対象とし、科学技術の進歩を取りこんで、その全体を包括した系統的知見の集大成を目指すなら、そして、その活動を鮮明に社会に提示するならば、人々は我々に後援を惜しまぬであろう。

それは何も新しい事を始めることではないのである。例えば、すでに多くの人々が努力して作った「分析化学体系」の叢書を土台にして他の分野の人が読み易い、分かり易いものに書き換える努力をすることなどは、直ちに分析化学のポテンシャルを他に広げることであろう。要は化学か科学かなどという結論のない議論をしないで実際に必要なことを、必要と人が思うであろうことを考え、我々が銘々努力する事である。ノイエスもローズ、フレゼニウスも社会のニーズを考え、考えた結果を世に問うたのである。

3. 結 語

筆者は学部教育は分析化学であり、この内容の充実法を関係者が真面目に、そして総力をあげて努力すべきだと思う。化学系に進学してくる学生はいま驚くほど化学の知識を欠いているし、化学系以外の自然系の学徒が化学の知識を必要とする機会は想像以上に大なのである。この現状に対して、当事者である分析化学者の対応は劣弱であると思う。科学の基礎として、元素の化学の分析化学の教育をすべきであり現代の社会の状況、学生の実態に即したコースの構築に努力すべきである。

さて次にドクター以上の学習ないし学会レベルの研究は、分析化学でも分析科学でもどちらでも、個人個人が自分の立場を明らかにしてやればよいと思う。

また教育の問題において、ドクターレベルの教科の構築の場合に注意しなければいけないのは、学生自身にせよ、指導者にせよ、進路すなわち目標を明確にした受講計画ができるように、教科のコースを誰にも見えるようにすることである。それは、社会の人を受け取る側も、入って来る人間のバックを明確に理解して、どういうバックの勉強をしたかをはっきり知ることが出来る。受講の項目は必ずしもその人の力の全体を示すことではないが、少なくとも、その人の指向するところとか、得手とするところは窺えよう。そうすれば、ドクターのテーマをどう選ぶとか、社会人になった人の求人求職に、適材適所の選択が許されることになると思う。

いささか繰り返しになるが、ここでもう一度触れておきたいことがある。先にも述べたが、文部省が先般来進めている高等教育の見直しは、大学の卒業生に対する多様化、多種化、多面化する社会のニーズと、同じく多様化する若者の動向に対し、教育がどう対応するかを促すのがポイントであると思う。筆者はそれは正しい方向と思うのである。大講座制というのもその線でみたら、とらざるを得ない方向であろう。問題はこちらであって、少なくとも各教科の内容が明細に学生にも、教員どうしにも公開され、講義お互いの間で連携や積み上げが出来るようにすべきである。残念ながら、日本の大学の現状は、先生にも学生にも、どの講義では何が与えられるかが明らかになっていない。そのため、どの講義にはどれが予め受講されていなければならないか、どういう方向に行くにはどういう組立の受講計画を立てればよいかが全く考え得ないのである。

分析化学の人材の育成には特にこの点を正面から取り上げ、exampleを示したらよい。そういう活動があれば、表題の問題はそもそも問題にならなくなろう。

Bioscience, Material science, Medical scienceはそれぞれ生物科学、物質科学、医学の枠内で、外の色々な分野を総合し現代の先端の学術をまとめ、その上で、自らの分野を発展させている。分析はボイル以来連続と続く最も古く、そして最も根本の学問分野である。「分析化学」を狭く深く発展させるのもよい。また、「分析科学」に広く諸学を招き、自らの畑の耕作に励むのもよいと思う。願わくば、斜視、冷眼、愚痴、洒落のないように。足下の畑を耕す努力をしようではないか。

付 記 1

最近と言っても本年初めのことであるが、アメリカ化学会のケミカルエンジニアリングにundergraduateの教育について、興味ある意見の交換があった。それは本稿の論点と深い関わりを持つように思うので、その概略をここで紹介したい。

始まりはPeter Lykosのレター (C&E N, Jan.27,p.3)が始まりで、彼は、米国の学部学生に対する化学教育の改革を訴え、現状は幼稚な物理化学の教育に墮している。何故、いつまでもそれに執着するのか。化学のより良い教育は、無機化学者と有機化学者が持っている“自然”の定性的モデルを与えることであり、それは、化学の言語で測定にかかる量を体系的に示すことであり、さらに言えば、それは巨視的な反応の変化を微視的な化学構造で記述することであると述べている。

教科の内容の実際を知らないの、この論旨の焦点を確実に掴み得ぬ恐れがあるが、あえて憶測すると、専門分野としての化学の最初の段階の教育は、もっと無機化学的、有機化学的専門に即したものにすべきである。化学の教育であるべきである。現状は物理化学的測定による「定量」・量を計測することに墮しているということであろうか。

「もっと化学の専門に即してということと、測定ではなくもっと化学性の教育を」ということに論旨を強められようか。

これに対して、Ann ArberのMichigan大学の化学教室主任のRobert L. Kuczkowski教授は、同じC&E N誌のMarch

p2. March 30, 1991号にUndergraduate Curriculaという題で長文の意見をよせられた。

同氏はまず、Michigan大学で1989年の秋から始めた学部学生への教養課程の最初の段階の「化学」のコースのプログラムの紹介をする。

Michigan大学の化学教室は、このプログラムの関連として昨年 (1991) 秋、「構造と反応」という2学期コースを用意した。これはアメリカ化学会がつくった高校生のための40問題を参考につくったもので、その内容は、有機化学の(反応)機構を素材にし、自然についてのwhy & howを説くことを目的につくった。K教授はこのコースの意義を強く認め、現代の高等教育の初段階に一般教養への対応と専門の立場の責任のクロスする所での対応の工夫の例をここで示しているように思う。

さて化学の入門コースを採った2,500人の内の975人がこのコースを受講したという。そして、このコースの最終段階においてK教授は、このコースが有意義のものであったという認識を示している。

そう結論するわけは、一般的に見て学生が化学を採るモチーフは、化学が好きであるためか、化学専攻学生としての専攻必修であるためとされるのであるが、同教授はそれとは別に「大学に入って、科学の世界の知識に憧れ、大学の学習に満足感を得たいとする欲求」があり、そういう学生が上記のコースの受講者の多数を占め、そして彼らはこのコースに良いレスポンスを示したと分析している。

Michigan大学は、この入門コースの後に1学期の無機化学：構造の基礎、反応、機能というコースを用意し、そのあとに、化学としての専門コース (core course) を用意する。これは“Principles of Physicochemical Measurements and Separations”と名乗る定量的化学研究法を内容とする。この段階においては学生は成熟しているので、十分勉強し、化学を学習するという。すなわち、Lykos教授の心配(現在の化学の入門コースが、幼稚な物理化学の提供に過ぎなくなり、値の定量に墮し、「化学」の喪失になっていないかという危惧)は無用であろうとK教授はいっている。Michigan大学では、この最後のコースに酸、塩基、平衡、反応熱力学を組み込み、科学の一般問題である「酸性」とか「反応の速さ」とか「安定性」などという問題を論ずることにしているという。実験演習が用意されているのは勿論であるが、それも再検討再構築されていると言う。

K教授はこのプログラムの学生が学部を終えるのは、あと一年後でまだ最終の評価は出来ないと言っているが、しかし、すでに化学専攻の学生が著しく増大していると述べておられる。Lykos教授は化学専門者としての危惧を表明する。それは尤もなことである。けれども大切なのは、それは誰も感じていることであり、問題は、その危惧の状態を生む背景の要求が実在することである。それが何であるかを正しくとらえ、対応の努力をしなければいけないということである。ここでは、対象は化学であるが、読み換えれば分析化学の問題といってもよい。専門自体の対応と全体、一般の中の関わりをどうするかを真剣に考える、その努力の事例をMichigan大学は示してくれたように思う。

K教授はその論述の最後に、「自然は、物は、巨視的に運

行している。それを構造と反応で捉えることが出来、さらにそれを、原子と分子の構造と反応と機能で説明し、理解し得るとすれば、そしてそれが化学でなされるのであれば、化学は何と素晴らしいものではないか。」と言っている。筆者は本稿の締切のとき、このC&E Nの記事を目にした。そして専門のディシプリンの構築と、一般社会の分科としての専門分野の在るべき姿の検討は、どの分野にも大きな、そして重要な課題であることを改めて認識し、それには具体的教科の改善の努力、特に順序を追った教科の構築の必要と有効性をあらためて思った次第である。

付 記 2

付記1のあと、日本分析化学会の会誌「ぶんせき」の6月号(平成4年)86ページに資源探査用観測システム研究開発機構の安藤 厚氏が、「Analytical ChemistryとAnalytical Science-ケイ酸塩分析における標準試料の適用-」の題で発表された有益な一文に接した。氏は、英国のPott氏(The Open University)が1987年に出版したケイ酸塩分析の著作を紹介され、これが1930年代以来無機分析化学の主体系であったHildebrandの体系に対して、新しい機器分析方法を示すものとしておられる。いうまでもなく、安藤氏は多年地質調査所であって、岩石の分析の責任者であられ、岩石の標準試料について、国の内外にわたり重要な活動を進められた方である。すなわち、同氏は基礎と応用の両面が交差する位置で、実際の責任をとってこられた方である。同氏は岩石の分析に両体系の共立、協力が必要であることを述べておられるように思う。少なくとも、Hildebrandだけではない時代だということを同氏は指摘しておられるのである。汗顔ながら、「ぶんせき」の記事で筆者はPott氏の著作を知り、これはいけないと思い、さっそく書店に注文した次第である。

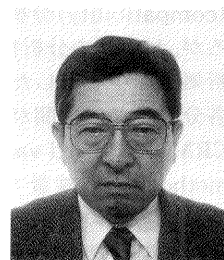
著者略歴

氏 名	藤原 鎮男
生年月日	大正9年7月17日
現 職	神奈川大学 教授, 知識情報研究所 所長
学 歴	昭和19年 東京帝国大学 理学部化学科卒
学 位	昭和24年 理学博士
職 歴	昭和24年 電気通信大学 助教授
	33年 同 教授
	35年 東京大学 理学部 配転
	54年 東京大学 図書館長
	56年 千葉大学 理学部 教授
	61年 神奈川大学 教授
	同 知識情報研究所 所長
	平成3年 同 理学部長
代表著書	昭和60年 科学大辞典他多数
表 彰	昭和28年 日本化学会進歩賞
	44年 日本分析化学会賞
	47年 日本科学技術センター学術賞
	49年 フランス政府 文化功労シュバリエ勲賞
	平成2年 Kania Gold Medal (インドの国際賞)
趣 味	能楽
自 宅	埼玉県浦和市根岸1-8-2
T E L	048-861-6010

アナリティカルサイエンスにも申すー化学の素養ー

An Objection to "Analytical Science" -Necessity of Knowledges on Chemistry

橋谷 博*



1. はじめに

平素の言動がたまたま大仰なタイトルを頂戴したが、筆者ごとき浅学菲才に卓越の見解などあるわけがない。下記2.の「分析化学か分析科学か」は、昨年日本分析化学会中国四国支部分析化学講習会で筆者が講演した「エタロンとノルム」の一節である。40年間の経験から率直に疑問を述べたままで、本稿の論旨でもある。もし、「分析科学」に納得できるよう高超の哲理があれば、「分析化学」にこだわるものではない。

思想は経験によって生まれ、また変化するものであろう。「異論」を唱える筆者の経歴は、大学助手5年、日本原子力研究所24年、そして再び大学10年であり、この間終始「化学」を意識しなければならない環境に育った。「分析科学」を主張される方には、「化学」のご経験がないのかもしれない。

筆者が大学の化学教室から分析化学講座が消えてゆくことに危機感を持って最初に発言したのは3年前、日本分析化学会支部長会議の席であるが、以来「分析科学」提唱者からの納得できる意見を承ったことがない。議論がなければ思考の進展はないので、昨年の分析化学講習会の講演から関連部分を抜粋するが、そのほかにも、日本工業新聞PPM誌の特集（環境監視に欠かせない分析計測技術）の「湖沼水質の実態把握分析」（1992年4月号）、日本化学会化学と工業誌の標準試料特集（1990年）でもこのことに触れている。

2. 分析化学か分析科学か

日本分析化学会の会員数が9,000人を突破して喜ばれている一方、皮肉なことに大学における「分析化学」が衰微しつつあるように見える。これにつき、「時代のすう勢で分析化学から分析科学に脱皮しなければ…」という声があるが、賛同しかねる。第一、分析化学よりも前に化学のidentityがなければ、他分野の研究者はおろか化学の仲間(化学教室)にも相手にされるわけがない。

3. 化学分析と分析化学

化学分析とは本来、物質の化学的特性（組成、存在状態等）を知ることであり、基礎から応用までそれに関する学問が分析化学であろう*。永年化学分析の実務に携わっておられた口八丁手八丁の某大家は、「分析化学では化学分析はできない」とも「いまの大学の先生は学識未経験者だ」ともおっしゃる。ホンネの話、化学分析はむずかしい。その昔(昭和30年代までか)、化学分析は大学の分析化学研究

室か工業試験所あたりでないといけない。したがって、分析化学の権威は同時に化学分析の大家でもあり、弟子どもはそれぞれの流儀を継承していた。分析機器の発達普及で誰でもが分析値を手に行うことができるようになると、大学の先生方は方法論の研究に終始し、化学分析の対象(相手)である「もの」から離れるようになってしまった。

※ 機器分析法と区別して、化学的手法による分析を化学分析と呼ぶことがある。

4. 絶対法と相対法

近代化学の発展過程を顧みると、化学分析は目的とする物質を化学的手法で分離し、化学的特性を利用してその存在を認識し(化学反応)、またその存在量を知るといふ、いわば直接的な認識方式をとってきた。ところが1860年頃Kirchhoff, Bunsenらによって発光分光分析法が創始されて以来、もう一つの方法論的手段が生まれた。即ち、物質はエネルギーであるという観点に立って、それから出てくるシグナルを取り出し、それを適当に分離して化学種を間接的に認識するという方式が取り入れられ、さまざまな新しい方法が開発され、今日の「機器分析時代」が築きあげられた。しかしながら、old venerable classical method**は今日いささかもその価値を失っていない。それはすべての測定分析の基盤である。機器分析法が比較法(comparative method)である限り、それによって得られる物理量を化学量に変換するには、化学反応の化学量論性(stoichiometry)に基づく古典的な絶対法(absolute method)を必要とするからである。

※※ NBS (現NIST) のキャンペーン

5. 大学における定性分析実験、重・容量分析実験の意義

化学分析の目的が物質の化学的特性を知ることである以上、対象物質の化学的特性の知識なしでは分析はできない。定性分析実験の目的は、取扱う元素の化学反応の違いを通して、物質のもつ化学的特性を体得することであり、定量分析の目的は、物質を定量的に取扱う基礎的分析技術の習得とともに、化学反応のもつstoichiometryを玩味することと考える。

6. 機器分析法の普及と CRM の需要拡大-古典的分析法の重要な役割

近年、エレクトロニクスの進歩がもたらした分析機器の開発、普及はめざましく、金属・合金の組成分析でも、簡単、迅速、高精度、多成分同時定量といった利点を生かし

* 島根大学 理学部 化学科 教授 理博

て蛍光X線分析法や発光分光分析法が多用されるようになった。しかし、これらの方法は比較法(comparative method)であるため、試料と組成類似のCertified Reference Material (わが国では「標準物質」と呼ばれているが、ここではCRMと略記する。)が不可欠である。したがって、機器分析法が普及すればするほどCRMの需要は増大するのである。

CRMには機器分析の検量のほかに、分析値の確認、分析技術の伝達、技能の保障、方法の開発、取引の円滑化など多くの効用があり、分析所間の測定を一致させるには(compatibility)分析方法の規格化よりも有効である。ところが、わが国の分析技術体系は伝統的にJISのような規格分析処方を中心としたもので、CRMは海外の供給に頼るか、各分野ごとに民間が協力して作製したものを用いてきた。CRMのcertified value (保障された表示値)は、absolute method (自ら検量できる方法)によるほかないが、その基盤となるものは化学的手法であり、ここに化学分析法の重要な役割がある。CRMのcertification (表示値を決めること)はaccuracyを広く一般に供給することであり、したがって、その分析はbias (偏り)のないことが第一に要求される。正確さを得るにはまず精度が必要であるが、化学的手法では高度なものほど方法のほかに分析者の質や習熟度に左右されるので、機器分析法のように簡単ではない。

精度を得ることをヒマラヤ登山のベースキャンプにたとえれば、正確さの達成や実証には頂上アタックほどの難しさがある。機器の発達で、一般の分析では、誰もが容易に精度が得られるようになった今日、「真値」への挑戦や正確さの供給こそ専門家に与えられた仕事ではなからうか。

7. 分析化学の基本と化学の素養

1973年Standard Reference Materials and Meaningful Measurementと題する標準試料についての初めての国際会議が開かれ、以後NBSでは、有意義な測定分析についてキャンペーンを始めた。複雑で巨大な臨床、環境分野に進出するに当たり、これらの分野にはいままで手がけてきた分野にはなかった問題があることに気付いたからである。それは、標準試料作製の困難性のような表面的なものよりも、分析化学の基本概念・技術や化学の素養の欠如といった潜在的なものが大きな理由であった。海外に共通する考え方は“accuracy base”であり、“precision alone” (精度どまり)のわが国の考え方とは大きな違いがある。

このことは、現在測定分析で最も望まれていることであるが、わが国では教育・行政両面とも逆行の傾向があるように思えてならない。冒頭に述べた化学のidentityとは化学の素養のことであり、それはひとよりも「もの」のことをよく知っている、ということではないだろうか。「敵を知らずして戦はできない。」天道湖・中海に溺れて7年、潜って4年の筆者はいまこの言葉をかみしめている。点でみているうちはてんで分からなかったものが、空間三次元に時の流れを加えて四次元的に湖水を観るようになって初めてその動態が分かるようになった。一般的にも、およそでもいいから対象の実態を把握して初めての確かな分析計画が樹てられ、有意義な測定分析ができるのではなからうか。

8. おわりに

筆者の大学助手時代は機器分析の草創期で、まだまだ研

究も化学的手法が主流であった。日本原子力研究所では各種核燃料・原子炉材料分析のための国内関係者の協力活動に深く関わったが、それは化学的手法の開発・確立にとどまらず、機器分析法(物理化学的手法)を活用するための標準試料の作製(「真値」の追求)にまで及んだ。共同実験には個人で得られない成果がある。多田格三先生、西村耕一先生、服部只雄先生ら実業界の大家から化学分析について貴重な教訓的逸話を御教示いただいたことも幸いであった。研究所内の依頼分析は多種多様で、機器分析法よりも化学的手法のほうが有力であった。他分野研究者の依頼分析は「もの」(化学)についての相談から始まったが、知らず知らずのうちに友達(対象物質・元素)が増えた。それには学生・助手時代にマスターした定性分析実験(化学反応)が大いに役立った。

いま筆者は、常識を学び知りそれを超える非常識を究明する絶好の対象として、湖沼の実態把握(謎とき)に熱中しているが、化学だけでは不可能。物理、生物、地質学研究者の教えをこい、ケミカルサイエンスによる密着観察を心がけている。他分野の研究者とつきあう際に最も必要なことは、自分自身のidentityである。それは日本原子力研究所時代も今も常に感じることである。identityは分析化学では無理で、化学でなければならない。分析化学の研究者がいくら方法論の開発を目的にしている、その目的は所詮他の研究者には手段に過ぎず、一般に目的としては認められ難いのである。

加藤俊二先生は著書「物質の理解」の初めに、「社会人にとっての化学とは、物質というものをマクロな次元で理解して、物質の概念をきちんと把握しておくことが最も大事である。」と書いておられるが、分析化学者ももう少し対象に関心を持ってもらいたい。3年前、松江の分析化学討論会で、対象を中心にプログラムを編成してみたが不評であった。その後の学会では参加申し込みの分類から対象が殆ど消滅しそうになっている。対象が多種多様に分散してしまったことも原因であろうが、分析化(科)学者が方法論の仲間だけの世界に閉じこもって純化することは極めて危険である。

藤永太一郎先生は、昔から分析化学(方法論)は化学の3本柱(ほかに各論の無機・有機化学等と理論の物理化学)の一つで、分析化学者というのはそのときの状態である、と言っておられる。分析化学に閉じこもらず、常に化学者であることを忘れるな、という事であろう。本島健次先生のように、分析化学を基地に化学の世界を飛びまわっておられる方も多い。分析対象に新しい特性を発見し、普遍性のある結論を得ることは分析方法の開発以上に重要で価値あることである。経済繁栄のお陰で分析機器がそこら中にある今日、分析化(科)学者が同じ機器で「研究」をしているとしたら、他分野からは単なる装置の性能テストとしか見えないのではなからうか。他分野の研究者も認めるような化学がなければ。

もう一つ、加藤先生が言われるような化学教育は誰がするのだろうか。無機化学が錯塩化学になっている今日、無機化学の各論は分析化学が担当するのが適当と思うが、学識未経験者ではその資格はない。

著者略歴

氏 名 橋谷 博
 生年月日 昭和5年12月7日
 現 職 島根大学 教授 (理学部化学科)
 学 歴 昭和28年 立命館大学 理工学部
 学 位 昭和39年 理学博士 (京都大学)
 職 歴 昭和28年4月 立命館大学 理工学部助手
 33年8月 日本原子力研究所 東奈海研究所
 57年4月 島根大学 理学部 化学科
 著 書 無機応用比色分析 (共立出版), 分析化学便覧 (丸
 善), 標準試料ハンドブック (産業図書), 臨床検査
 技術全書5 (医学書院), 百万人の分析化学 (アグ
 ネ), 酸-塩基の理論 (化学同人) (以上共著)
 趣 味 漫走, 漫泳, 漫潜, 狂歌
 自 宅 〒690 島根県松江市法吉町591の1
 T E L (0852)27-0836

ユーザ訪問——



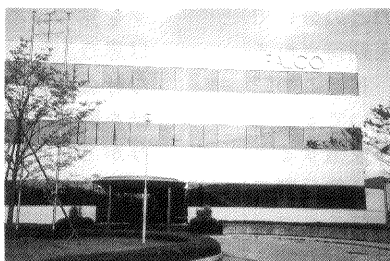
東京駅を一望できる新丸ビルのお
 フィスを離れ、4月22日に㈱ファル
 コバイオシステムズ総合研究所 (社
 長：赤澤寛治氏) を訪問しました。

京都の南に位置し、お茶で名高い
 宇治は隣り町です。近代的なラボに
 ふさわしく3階建ての白い社屋で、
 研究棟と管理棟に分かれており、敷
 地内には5 m程度のゴルフの練習場
 もあります。見学者が後を断たず、
 対応も充実していると見受けられま
 した。

同社は、臨床検査と特殊検査を行
 い、また研究開発も活発で得られた
 成果を日常検査に取り入れるという
 総合的な医療情報ラボです。

臨床検査では、地域ラボから送ら
 れてくる検体を24時間体制で受け付
 け、検査しています。独自に開発し
 た血清仕分け分注装置など前処理は

京都に医療情報発信基地あり



㈱ファルコバイオシステムズ 総合研究所

完全自動化され、736形、7150形血液
 自動分析装置と8200形血液像自動分
 類装置が稼働していました。これま
 で工場や展示会でしか装置を見たこ
 とはありませんでしたが、実際に稼
 働している姿を見て、より愛着が湧
 いてきたような気がしました。

今回、研究開発部長の宮川先生か
 らお話を伺うのが目的の一つでした
 が、宮川先生はL-9200形カテコール
 アミン分析計のユーザーで、本誌
 Vol.35 No.2で「カテコールアミン
 の最近の動向」という報文を執筆し
 ていただきました。

宮川先生のお話の中で、医用液体

クロマトグラフを使って、疾病のプ
 ロファイルがわかるようになればよ
 いこと、またこの診断研究プロファ
 イルの需要が2～3年後には伸びる
 であろうということが印象的でした。
 日立に対する期待の大きさを実感し、
 責任の重大さを再認識した次第です。

今回の訪問を通じて感じたことは、
 ユーザーの声を聞いてみることに、そ
 こに思わぬ発見や見落としが隠れて
 いるかもしれない。そして、その意
 見を少しずつ誌面に反映させていく
 ことです。

同社の社会に対する役割の重大さ
 についても教えられました。

まだまだ課題は多いとは思いますが、
 私どもの技術が少しでも同社の
 社会への貢献に役立つことができれ
 ば、たいへんありがたいことだと思
 います。

短い時間でしたが、応待して下さい
 ました宮川先生、説明して下さいま
 した検査部の巻野課長に対し御礼を
 申し上げます。

(広岡多枝子 記)

分析化学者よ、大いに挑戦しよう

Analytical Chemists, Be Challenging

松本 和子*

最近、分析化学の危機が叫ばれ、その将来を危ぶむ声が特に大学・学会周辺で高い。一方、産業界では半導体中の不純物と性能の関係、医薬品の体内挙動等、これまでの方法では分析困難な対象が増し、分析化学への期待が高まっている。筆者の考えによれば、大学における危機の声は、「分析化学」という言葉の内容・定義と研究対象を狭く考えすぎることによって生じたものであり、このような概念の拡大化に努めるなら分析化学将来の道は自ら開けると思われる。

化学を二つに大別すると「合成」と「分析」の二領域になる。分析とは物質の存在状態を解析することで、いわゆる定性分析、定量分析と言われるもののみならず、広く物質をその構成要素に分けて観察あるいは考察することである。従来の「分析化学」に対する他分野からの批判は、このような分析化学の広い本質を考慮しない非常に表面的な批判である。

大学の伝統的な各分野での研究が高度に発展し、従来の路線にそった目的とアプローチのみでは、もはや開拓的研究を行うのはむずかしいということは、化学のどの分野でも同じである。今、世界をリードすることさえ期待される時代において、分析化学（あるいは分析科学、私はこの二つの言葉をあまり区別しない。化学は根底においてすべて科学だと考えるからである）は、新しい時代を象徴するようなテーマにもっとチャレンジするべきである。他分野でも、現在のように研究が高度化し相当に研究しつくされて来ると、次に何を成すべきか悩む人も多い。当然の方向として学際的分野に研究を進めることになる。私の知る範囲でも例えば、有機合成に酵素反応を応用したり、金属錯体化学の手法を天然の金属酵素に應用して、生体高分子の構造と機能を解明したりする試みがなされている。今まで酵素など触ったことのなかった人々が、自分の将来の研究の方向を考えた結果、従来の研究領域の殻を破り、他分野の人々と共同しあるいは教を乞いつつ、新しい分野を築き上げている。その努力は相当のものである。分析化学者も、これから何をなすべきか、どういう分野の知識を吸収応用しなくてはならないのか真剣に考える必要がある。他分野の人々がいかに努力をしているか、知ること必要であろう。分析化学の分野の人はどちらかというと保守的な思想と生活態度の持主が多く、自分の生き方をドラスティックに変えるようなことを好まないように見受けられる。これは分析化学の基礎と伝統を次世代の人々に伝えるという教育的役割を果たす上には重要な資質である。しかし、新し

い側面を切り開くような研究を先導するには、未知のものに手を出す恐いもの知らず、ひとつ当ててやろう式の一発屋の性格も大事である。ある程度道のある所にさらに脇道を作り舗装を仕上げて歩きよくすることと、全く道の無いジャングルにとにかく荒けずりでもよいから歩ける道を作ることは正

反対の性格を要する仕事で、同一の人に見出すことはなかなか難しいのであるが、今、分析化学の人間全体として求められているのはこの後者の性格である。

研究を進めるとき、何をすべきかを決定することは、大学の人間にとっては最も重要で誰もが特に若いときには悩む問題である。分析化学を専門とする人間が、これから何を研究主題とするべきなのかは個人の問題であるから、私が述べるべきことではないが、Anal. SciやAnal. Chem.のような学術雑誌を一生懸命勉強して、そこから研究テーマを見つけるようなことは基本的にはすべきではないと私は思う。そうではなくて、自然界に、工業界にあるいは様々な社会問題として存在する問題を眺め、その分野の人々に話を聞き、何が問題なのか、分析化学者としてどういう寄与ができるのかを考え、その上で研究テーマの設定がなされるべきである。

最近、半導体産業、環境化学や生体計測など、種々の分野で分析化学の重要性が叫ばれている。私たち分析化学者が挑戦しなければならない極微量成分の検出、固定、定量の対象は限りないし、緊急に求められている。これらを避けて従来路線の上ばかりを突っ走れば「分析化学低調なり」の批判を受けてもいたしかたないことになる。

今後の一つの方向として、また、分析化学の概念を単に物を定量するということから、分析結果を基にして様々な反応や現象を解析するというに拡張することも大事ではないかと思う。環境問題を例にとっても、たとえば有機スズが環境中に溶出したのち、どのような化学反応や微生物による反応で変化し、どのような速度で最終生成物になるのかといった全体像を、基礎的理論に基づいて解明するような研究が少なく、ただひたすらこの海域ではスズ濃度の年間変動はこれこれであったというような報告が多いのは残念である。これは環境問題に係わる人が化学以外の分野の出身者が多いことにもよると思われるが、これは本稿の主旨からはずれるのでここで止める。とにかく、従来法に拘束されない新しいアプローチで対象を多角的、動的に解析することが必要である。

分析化学の対象は無数にある。分析化学者は果敢にこれ



* 早稲田大学 理工学部 教授 理博

らにチャレンジしなくてはならない。今、何が分析化学に要求されているのか、この問題に耳を傾け将来の新しいビジョンとオピニオンを伴う姿勢が自分達の内から追求されなければならないと感じている。

著者略歴

氏 名 松本 和子
 生年月日 昭和24年10月27日
 現 職 早稲田大学 理工学部 化学科 教授
 学 歴 昭和47年 東京大学 理学部 化学科卒
 学 位 昭和52年 理博
 職 歴 昭和52年 東京大学 理学部 助手
 59年 早稲田大学 理工学部 助教授
 平成元年 早稲田大学 理工学部 教授（現在に至る）
 著 書 生体と重金属（昭和56年 講談社サイエンティフィック出版）
 クリスマス分析化学（訳書 昭和63年 丸善出版）
 現代の基礎化学（昭和63年 丸善出版）
 いずれも分担執筆
 表 彰 昭和59年 日本分析化学会奨励賞
 平成2年 日本化学会学術賞
 趣 味 テニス
 自 宅 〒214 川崎市多摩区登戸2578-1-708
 T E L (044)933-0014

Topics

第53回 分析化学討論会 開催さる

日本分析化学会の主催による第53回分析化学討論会が、5月31日から6月3日の4日間にわたり秋田大学教育学部で開催された。参加者670人強、講演発表320題で、理・工・農・医・薬学など幅広い分野の分析化学にかかわる発表が行われ、日立グループからも、原子吸光分析、質量分析など7件の発表を行った。今回は特に、「バイオアフィ

ニティーを利用する分析化学」などをテーマとして、30分の主題講演が設けられ、新しいアイデアに基づいた分析法など、110題余りの内容の充実した発表が行われた。（平野 義博 記）

日本電子顕微鏡学会 第48回学術講演会 開催さる

幕張副都心として、数多くの高層ビルが建ち並ぶ千葉市幕張の中心施設幕張メッセで、去る6月2日～4日の3日間、日本電子顕微鏡学会第48回学術講演会および商業機器展示会が開催された。

参加者は約1,500人に上り、医学・生物学をはじめ、電子材料などの材料に至るまで、多様な発表が行われた。

特に今回は、当社基礎研究所の外村彰主管研究長と、カリフォルニア大学の徳安清輝教授による特別講演が行われ、数多くの聴衆を得た。

一方、併設された商業展示会では、日立グループはHF-2000形FE-TEM、S-5000形FE-SEMおよびS-2360N形Natural SEMや輸入品などの展示を行った。

特に、短い立上げ期間であったにもかかわらず、業界初の実機展示を行ったHF-2000形については、多くの電子顕微鏡関係者の注目を集めた。

（高垣 直人 記）

テクニカルデータ 最新版ダイジェスト

技術資料 新刊紹介

1. MIP-MS元素分析装置による多元素迅速分析 (MIP No. 1)

Microwave Induced Plasma (MIP) と質量分析計 (MS) を組み合わせた高感度分析装置が登場しました。フォトリソスト中の微量Cr, Mn, Niなど5元素を約60秒で測定した例が紹介されています (図1)。

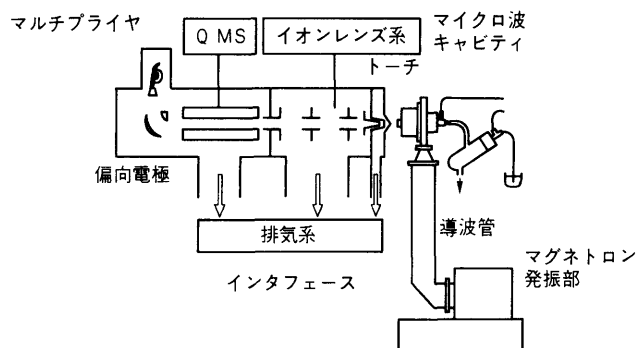


図1 P-7000形日立MIP-MS元素分析装置の装置構成図

2. MIP-MS元素分析装置による有機溶媒試料の分析 (その1) (MIP No. 2)

プラズマガスに酸素を混入できるというMIPのメリットを生かして炭素を分解、有機溶媒中のCrの直接分析に成功 (図2)。

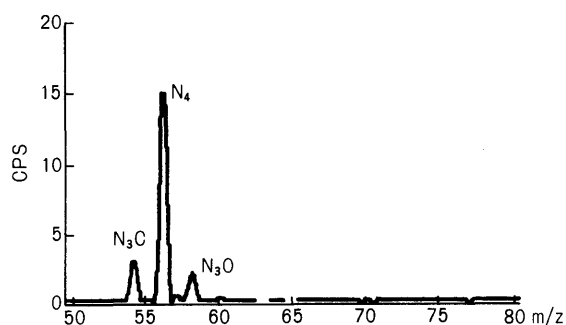


図2 (酸素+炭素)プラズマにおけるMIBKのBKGスペクトル

3. MIP-MS元素分析装置による有機溶媒試料の分析 (その2) (MIP No. 3)

シリコンウェーハ用洗浄剤であるエタノール中の各種重金属の分析がテーマです。アルゴンプラズマを用いるICP-MSでは測定不可能なCa, Crについても良好な結果が得られています (図3)。

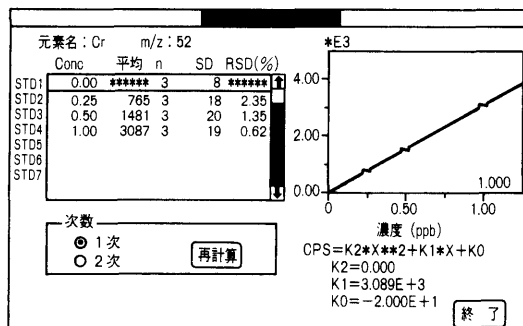


図3 エタノール中Crの検量線

4. 顕微分光光度計によるウェーハ上残渣検出 (UV-VIS No.116)

蛍光スペクトルパターンを利用して微小残渣を同定する技術が紹介されています。応用

例は、50nm程度のポジ形レジストおよびポリイミドです。

5. 紫外線防止加工布地の測定例 (UV-VIS No.117)

最近、衣服を通した日焼けが話題になり、分光光度計の活躍の場が一つ増えました。布

地を通過した光は強く散乱されますので、積分球測定法が適しています (図4)。

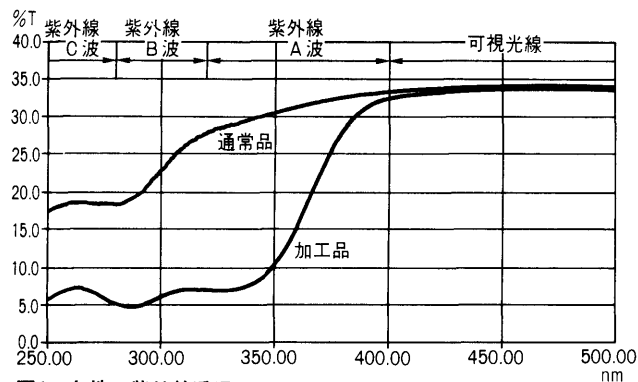


図4 布地の紫外線透過スペクトル例

サンプル名：布地(緑：通常品
赤：UVカット加工品)
コメント：U-3000形自記分光光度計
60mm積分球付属装置
スキャンスピード：120nm/min
スリット：5.0nm
ホトマル電圧：自動制御
ベースライン：ユーザ1
サンプリング間隔：自動設定

6. 塩素イオン定量分析操作の自動化 (UV-VIS No.118)

演算プログラム機能を備えた分光光度計とインテリジェントオートサンプラを組み合わせ

せての自動測定法が、水道水中の塩素イオン分析を例にとって紹介されています。

7. 微小有機異物分析用標準ライブラリ (UV-VIS No.119)

半導体分野での代表的な標準物質40種の蛍光スペクトルが収められたライブラリの応用例の紹介です。

8. 無極放電ランプを用いた血清中セレンの定量 (AA No.75)

光強度の大きな光源を用いることによって、微量セレンを精度よく測定できました。マトリックスモディファイアを使用、血清は4倍希釈された試料中の濃度を表していますので、

もとの血清中濃度としては $27.6 \times 4 = 110.4$ ppb ($11 \mu\text{g/dl}$) となります。第2番目以降の試料は、第1番目の試料から得られた検量線を用いて濃度換算されます。

分析化学の科学

Sciences in Analytical Chemistry

北森 武彦*

1. はじめに

「アナリティカルサイエンスを考える」という特集のためにこの小文を依頼され、少々当惑しました。この種の一般論にはいろいろな立場からさまざまな考え方があるのは当然で、必ず何らかの批判があるからです。しかし、あえてお引受けしたのは、この機会に澤田嗣郎教授を中心に研究室で日常的に討論し考えていること、即ち、我々が考える分析化学が学問として直面している様々な問題や将来の方向の可能性などについて、その一部をまとめておきたいと考えたからです。これを世に問うなどというつもりなど毛頭ありませんが、もしいろいろなご意見を頂ければ、今後さらに深く考えていきたいと思っております。

まず、結論だけを最初に申し上げれば、「分析化学」が「分析科学」という呼び方の問題ではなく、今後どの様に「分析化学を科学する」かが重要であり、いろいろな分野から問われているのではないだろうかと思います。急速な学際化に進むべき方向を見失わず、他の化学分野でもそうであるように、分析化学も外に開かれ「学際化した分析化学」に向けて一層発展すべきであることを、分析化学者は心がけることが大切であると我々は考えております。

2. 「分析化学」の語感

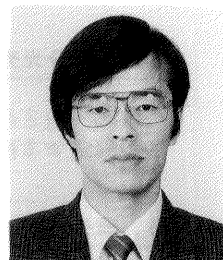
いわゆる分析化学が諸科学の中でも最も古い伝統を持ち、溶液化学平衡論に始まる壮大な学問体系を築いていることは誰もが認めるところでありましょうし、物質の量と状態に関する情報を与える技術としては、ほとんど全ての科学技術に關与していることも異論の無いことと思います。近年ではより高度な情報を得るため、さまざまな方法や技術が提案あるいは導入され、対象も生体や材料から地球環境まで、実に多種多様な化学系（化学的な物質系）となっています。しかし、分析化学の持つ分離化学としての伝統とその印象が余りにも強いので、門外の方からみれば、特にわが国では「分析化学」の意味する範囲と語感が、いわゆる伝統的な分析化学に取られているように思われます。そのため、外部の方々に現状を正しく認識してもらい、あるいは自らの進むべき方向を示すべく、「分析化学」を「分析科学」と言い替えようとする考えはよく理解できます。しかし、そのことがこの特集で提起されている分析化学が直面する問題の本質的な解決に直接つながるとは思えません。

米国化学会の分析部門の専門誌Analytical Chemistry (Anal.Chem.)はこの分野できわめて重要な雑誌の一つであることは誰も疑わないでしょう。そのAnal.Chem.に掲載されている論文は種々の対象や化学系のいわゆる分析にと

どまらず、新原理、方法論、応用分光光学や機器学、それらを支える物理的な理論解析、応用数学的なデータ処理法など、分析化学を目標した多岐にわたる分野を網羅していることで知られていますが、それでもChemistryと銘打っています。投稿層もDepartment of Chemistryをはじめ何らかのChem-

istry Divisionであることがほとんどです。つまり、独創的なアイデアを数多く輩出しているのは今もって米国ですが、少なくともその米国では、Anal.Chem.に掲載されている研究が分析化学であり、それで何の不都合もないと認知されているのではないのでしょうか。もしそうだとすると、あえて「分析科学」と学問分野の名称を議論せざるを得ないのは、わが国の現状の問題であると捉えるべきで、その原因は何であるかを考えるべきであろうと思うのです。昨年（1991年）の日本分析化学会年会で分析化学の独自性や独創性の曖昧さ、分析化学者の位置づけの微妙さなどについて熱心に議論されましたが（「21世紀に向けて分析化学はいかにあるべきか」と「いま求められる分析化学教育」の二つのシンポジウム）、ある種の危機感のもとで議論されたこれらのことを、さらに掘り下げて考えるべきだと思います。

具体的には、さきに述べましたように、分析化学の対象が固体の極表面や生きたままの生体などにまで広がりつつあり、そのため、さまざまな分光計測法やプローブとの相互作用と内在する情報が研究され、電子分光分析法や磁気分光分析法に実を結びつつありますが、こうした研究が他分野の方々から分析化学の研究として受け止められているのでしょうか。場合によっては、分析化学の研究者・技術者も分析化学の研究と捉えていないのではないかと考えることもあります。例えば、これらの分光分析法の原理となるErnst博士やSiegbahn博士の仕事は、物理化学の研究あるいは物理学の研究と、分析化学者自ら研究領域を狭めていることすらあると思います。また、STMで計測している情報の正体は何か。本来分析に最も関連する問題が分析化学会で議論されないのは不思議ですらあります。測定原理などが他の学会でのみ議論されれば、我々の研究はこうした基礎科学研究の単なる応用であるとみなされる恐れが出てくるのではないのでしょうか。昨年、日本分析化学会の論文誌「分析化学」で「表面・界面・薄膜と分析化学」の特集を組んだ折に、分析化学にこのような分野があるとは思わなかったとの注釈付きで他分野から投稿されたことがあり、特集小委員長として実に複雑な心境でした。特殊な例かもしれませんが、他分野からみた分析化学の持つ語感が如何に



* 東京大学 工学部 工業化学科 助教授 工博

狭いものであるかを如実に示していると思います。

3. 「分析科学」で意味するものは？

さて、それでは「分析科学」で意味する科学とはどのようなことでしょうか。まず、溶液化学平衡論から始まるいわゆる伝統的な分析化学に対して、最近では、上に述べたように生体や材料などの機能解明を目指して、化学系の持つ複雑な情報をなるべくありのままで取り出すため、様々な機器分析法が開発されています。技術の進歩にともない、要求される性能はますます高度になっていますので、物理や数学はもとより、分光素子などの精密加工、エレクトロニクスから情報処理まで様々な先端技術を駆使して、機器分析装置の性能向上が図られています。しかし、技術をシステム化し、単にシステムや装置の多機能化と性能向上のための最適設計が目的であるなら、“analytical technology and engineering”であり、“science”とは少しニュアンスが違うように思われます。

一方、物理や数学、生物学などを研究手段として包含していることを示すために、「化学」を「科学」に書き換えるのは合理的であるようですが、これにも疑問が残ります。物理化学や触媒化学をはじめ、多くの化学研究でも同様に高度な計測法や量子力学を基礎におく計算機物理学など種々の理論的解析法が不可欠になっており、やはり物理学、数学、分光学などを駆使して研究が進められています。場合によっては、その分野の研究者自身が新たな方法論を開拓することもあります。こうしたいわゆる学際的研究は、多くの学問分野にみられる一般的な傾向でしょう。しかし、対象が化学系の研究であることには変わりはなく、こうした学問領域でも学際的理由からだけで基幹である学問の名称の一部が「化学」から「科学」に置き換えられることは無いように思えます。化学研究の方法論として自然に進展し、取り入れているからでしょう。もっとも、「物理科学」や「有機科学」では何のことかわからなくなるからという理由もありましょうが。

さて、次に表面や地球環境など、研究手法だけでなく研究対象そのものが学際的である場合についてはどうでしょう。例えば表面の研究では「表面科学会」が大変意欲的に活動されています。表面という研究対象にさまざまな方法や学問的立場から取り組もうとする学際的研究の典型的な例です。ここで重要なのは、「さまざまな学問的見地から」であることで、言い替えば、ここに参加しておられるほとんどの方々が化学会や物理学会、応用物理学会などに本拠をおいておられることです。おそらく環境科学会や材料科学会などでも同様のことと思われる。したがって、「分析科学」を標榜することで、かえってこれから進もうとする「分析化学」はますます独自性を失う危険があり、場合によっては学問的なよりどころも大変小さな範囲に限定せざるを得なくなるのではないのでしょうか。つまり、分析化学は他分野の多くの方が語感としていただいている、いわゆる「分析化学」に限定されることで名を残すことになり、「分析化学者」が「分析科学会」に参加する構図になるのではないかと危惧します。そのような意味での分析化学は、さきに述べたAnal.Chem.のカバーする学問的規模に比較して随分狭い研究領域と受け取られるでしょう。

4. 分析化学と科学

以上述べてきましたように、他の基幹学問も急速に学際化して総合科学の様相を呈しても、その学問領域の名称を変えようとはしていないのに、分析化学がことさらその名称の是非を議論するのは別の理由があるように思えます。もし、独自性を見失うことの危機感と、その現状容認のために「分析科学」に看板を書き換えるのであれば、慎重にすべきであろうと思います。

科学の定義を議論するつもりはありませんが、我々研究者が捉えている科学とは、独創性を発揮して未知なる現象や未開拓な技術に挑戦することだと思います。その意味で分析化学ももちろん科学であることは疑いようありません。むしろ、既存の技術の応用や技術の組合せを用いる問題解決型の技術開発は科学のごく一部に過ぎず、問題が解決された後に独創的な学問や技術が常に残る保証はないと思います。高度成長や公害問題が一段落した後、自分が寄与して残したものが安価で優秀な分析計と、その高度な使い方であったなら、技術者としては誇れるものの科学者としては物足らなかったでしょうし、いま騒がれている環境問題や遺伝子解読にしても同じことが繰り返されるのではないのでしょうか。分析することや計測することがあらゆる領域で重要になるほど、問題解決型の技術開発を要求されるでしょうし、それも大変重要なことだと思います。しかし、その比重が余りにも大きいと、本来あるべき分析化学の科学を見落としてしまう危険があると思います。

我々の学問領域で最も特徴的なことの一つは、研究対象が単純な系ではなく、複雑な物質や反応が絡み合う化学系(chemical system)であることだと思います。そこに化学であることの必然性があるのではないのでしょうか。研究者や技術者の個性と独創に基づき、多種多様な学際的手段を用いて化学系を研究すること、あるいはそのための手段や方法論を研究開発することが分析化学を科学することだと思います。急速な学際化に戸惑うのではなく、分析化学も学際化した「分析化学」たるべきことを、まず分析化学者が自覚すべきではないのでしょうか。科学としての独自性が明確でなくなりつつあることが、名称の議論以上に重要な問題であると思います。いま必要と思うことは、独創的な研究を生み出す苦しみと、それを技術として育て上げる苦勞を議論する場です。

5. おわりに

以上を要約して結論を述べますと、独自性の曖昧さをますます容認する危険のある議論は慎重にすべきであり、分析化学が科学として今後進むべき方向を議論し、実際に行動することがより重要であると考えます。これを名称の議論にすり替えるべきではないと思います。いま、分析化学の内外からその独自性が問われはじめ、機会あるごとにこのような議論が持たれ始めたものと思いますが、分析化学を分析科学と言い替えたところで現状が変わるわけではなく、こうした傾向を一種の批判として謙虚に受け止め、なぜこのような状況が起こったのかを真剣に議論するよい機会ととらえるべきでしょう。十年に一度の国際会議や英文論文誌などにscienceを冠することには全く異存ありません。こうしたことであれば、IUPACとの関連で名称に関す

る立場上の議論も起こり得るでしょう。しかし、科学としての本質と位置づけが問われている直面する事態と同一の次元で問題にすべき事柄ではないと思います。本質的な問題を看過すると、ほとんどの学問領域でますます急速に進みつつある学際化の傾向に戸惑い、立脚すべき基盤や本来取り組むべき研究を見失うことにもなりかねず、一層独自性の希薄化が進むことにつながるのではないのでしょうか。まず分析化学者自身が既に進みつつある学際化を十分に認識し、これに戸惑うことなく、研究方法としても研究対象としても、これまでの分析化学の範囲から一層外に開かれた化学の学問領域となることを常に心がけながら、独創的な研究を目指すことが大切ではないかと我々は考えます。

昨年の分析化学会第40年会のように、幸いこうした問題に対して若手が意見を述べる機会が比較的多くあるようですし、分析化学の将来を考えて行動をおこすための「分析21世紀基金」なる若手のための基金も日本分析化学会に設立されると聞き、議論とその実行の場が整えられつつあるようで勇気づけられます。しかし、分析化学の進むべき方向はまさに我々の将来の問題でもあり、このような重要なことの議論は若手だけでなく、我々を牽引される現役で先頭に立っておられる中堅の方々と交えて行われるべきでし

よう。なぜなら、実際に何をすべきかが問われ、なるべく早くその回答を具体的な研究の方向や成果として、他分野の多くの研究者に示すことが要求されているからです。

著者略歴

氏名	北森 武彦
生年月日	昭和30年 6月 1日
現職	東京大学 助教授
学歴	昭和55年 東京大学 教養学部 基礎科学科卒
学位	平成元年 工学博士
職歴	昭和55年 (株)日立製作所 エネルギー研究所 平成元年 東京大学 助手 2年 東京大学 講師 3年 東京大学 助教授
代表著書	"Physical Acoustics, vol.18" (Academic Press, 1988)
表彰	昭和62年 日本分光学会賞論文賞 平成3年 市村学術賞
趣味	音楽の鑑賞と実践、モータースポーツ
自宅	〒300-12 茨城県牛久市牛久町1174-546

Topics

1992年度 質量分析連合討論会 開催さる

平成4年度の質量分析連合討論会が、5月13日～15日の3日間にわたって新緑の木立に包まれた工業技術院筑波研究センタで開催された。450人を上回る参加者があり例年に増して盛況であった。今回はシンポジウムのテーマの一つに「バイオサイエンスにおける質量分析」、ワークショップに「ESI」などを取り上げ、時間をかけて発表討論を

行った。日立グループからは、大形MS、ESI、APCI、LC/MSについて10件の発表を行った。特に日立製作所 中央研究所による大流量ESIによるペプチドマッピング分析が多くの参加者の注目を浴びた。今回の新企画として優秀ポスタ賞が設けられ、同研究所の坂入氏を初め4人の方が受賞された。

(加藤 義昭 記)

第15回最新科学機器展 開催さる

去る4月22日から25日の4日間、吹上ホール(名古屋市中小企業振興会館)で第15回最新科学機器展が開催された。

この展示会は隔年に開催される東海



地区最大の科学機器展示会で、今回は過去最大の展示規模で入場者も2万5,000人を超えた。

日立グループは走査電子顕微鏡S-2250N形をはじめ新製品などを展示し、400人を超えるカタログ要求があった。

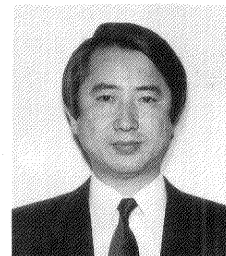
また、並行して開催された「新製品新技術説明会」では、S-2250N、Z-8200の2件の講演を行い、熱心な聴講者で盛況であった。

(中山 知義 記)

分析科学とその概念構造

Analytical Science and Its Conceptual Structure

小泉 英明*



1. はじめに

最近、「分析科学」に関する関心が高まりつつある。1991年には、国際分析科学会議(ICAS: International Congress on Analytical Sciences)と命名された国際会議が、世界に先駆けてわが国で開催された。国際純正応用化学連合(IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry)の正式な会議であり、日本分析化学会の40周年記念事業の一環として、日本学術会議の共催の下に行われたものである。

「分析科学」(Analytical ScienceまたはAnalytical Sciences)という用語には賛否両論があるが、「分析科学」に関する議論は用語の問題だけにとどまらず、分析化学のアイデンティティ、あるいは科学での学問体系についての基本的な問題を含んでいる点で本質的である。

本稿では、まず、なぜ今「分析科学」: Analytical Scienceが必要とされるのかについて、筆者の認識の範囲内で述べる。次に、予備検討段階ではあるが、「分析科学」の概念構造と体系の一部について提案したい。また、ここに提示する概念が、化学分析、物理分析の両者を矛盾なく包括できる可能性を持つことを具体的事例によって示す。最後に、その発想の端緒となった事柄とともに、「分析科学」の海外動向についても述べてみたい。

2. 「分析科学」の必要性

今世紀初頭からの急速な科学・技術の進歩・発展によって、それまでの学問分野は多くの専門分野に細分化された。“Science”という言葉のIndo-Europeanの源流に探ると、「分割する」という意味のskei-に端を発するとされる¹⁾。もともと、物事を要素に分割して自然を理解するのが自然科学の基本的な姿勢であったのであるから、専門分野への細分化は必然的な流れであった。しかし、自然科学の本来の目的は、自然をいったん要素にまで分解した後、再構成して系の全体像を正しく理解することにある。そのために「分析」と「総合」は車の両輪であって、まず、対象の系(システム)を分析し、そして得られた結果を総合する過程を繰り返すことにより、自然あるいはわれわれの存在が明らかになる。デカルトの方法序説に明示された分析的手法は、科学・技術の方法論として、近代の科学・技術を急速に進展させた²⁾。しかし、細分化された科学は一部に混迷をもたらし、総合的見地から科学を再構築する必要性が随所に生じている。

一方、「分析化学」は、長年にわたって「分析」という科学の本質的な営みの一端を、技術的かつ直接的に支えてき

た。支える対象が余りに大きかったため、常に黒子のような存在であることを余儀なくされた。しかも、科学の本質的な側面に直接関与するものであったがゆえに、技術ではなく一つの科学として独自のアイデンティティを持つことが困難であった。

わが国を見ても、分析化学は戦後40年間、わが国産業の裏方を担ってきた。例えば、産業復興の原動力となった鉄鋼業では、精密かつ迅速な熔鉱炉中の鉄鋼の微量成分分析が品質と歩留りを改善し、その発展を支えてきた。現在の半導体産業も、信頼性と歩留りの確保に不可欠な極微量不純物の分析・管理技術によって世界に冠たる地位を築いたと言われる。さらに地球環境問題でわが国が世界のイニシアチブをとろうとする動きも、環境汚染の実体把握と規制に必要な高度な分析技術を保有していることがその裏付けとなっている。このようにわが国の産業発展での「分析化学」の役割はきわめて大きい。常に黒子あるいは裏方に甘んじてきたのは、この学問自体が当初、「化学分析」という一つの「技術」から生まれ、実学的な色彩が濃かったことにも起因している。大学に「分析化学」という講座はあっても、「分析化学研究所」というものは海外を含めきわめて少ない。表向きは、物性、環境、土壌など他分野の研究所に含まれる場合がほとんどである。現在「分析化学」は産業だけでなく、環境、医療、エネルギー、食品などの分野でも重要な役割を担っており、その重要性はむしろ増大する方向にあるが、これに反して最近の分析化学自身は、大学の講座や学生の数が減少しつつあるという憂慮すべき状態にある。もともと狭い国土と少ない資源の中で、多くの人間が生活していかなければならないわが国にとって、産業は生きていくための基盤である。したがって、産業を支える黒子的存在の分析化学の衰退はきわめて深刻な問題であり、損失の大きさが衆目に明らかになってからでは取り返しがつかない。

分析化学独自の存在意義が問われている理由の一つは、分析化学の学問体系の不完全さと、明確なアイデンティティの欠落によることがあげられる。現在の分析化学の体系は、重量分析、容量分析などの化学分析を冒頭に置き、分析操作、精度論を述べたあと、各種の機器分析に展開するものが多い。あるいは化学分析と機器分析を独立させ、さらに機器分析の中を分光分析、電磁分析などを各論的に分類整理するものである。この体系は、多分に分析化学の発展の歴史的背景に依存しており、必ずしも分析の基本概念上に構築された体系ではない。

* ㈱日立製作所 計測器事業部 医療システム本部 設計部

ここに述べようとしている「分析科学」"Analytical Science"とは、分析化学に関係する諸科学、すなわち複数形の多くのAnalytical Sciencesを包括する新たな概念構造を目指している。この動きは、冒頭に述べたように細分化された諸科学を整理統合し、明瞭(りょう)な全体像を作り上げようとする総合化の流れの一環とも符合するものである。

3. 「分析科学」の概念構造

分析対象物は一般に「アナライト」(Analyte)と呼ばれ、構成要素および構造が解析されようとする系である。一般に「系」(システム)は構成要素の種類と数、それらの空間分布と時間変化によって記述できる。種類は属性によって定義・規定されるから、おのおの構成要素について属性パラメータに関する座標軸を与えることができる。したがって、分析対象の系は、属性に関する多次元空間上の多次元ベクトルによって記述できる。未知の属性を探索するのは、物理学、化学、生物学の課題であるが、対象とする系の既知の属性についてその値を求めるのが「分析科学」の課題と言えるであろう。属性に関する多次元空間を「アナライト空間」(Analyte Space)、また、このベクトルを「アナライトベクトル」(Analyte Vector)と呼ぼう。これらを模式的に表すと図1のようになる。ここで「分析科学」での分析とは、「未知の系について、アナライト空間上のアナライトベクトルを一義的に確定する行為」と定義できよう。すなわち、「分析科学」での分析とは、合目的性の行為であり、目的に従って、対象とする属性が選択される。

分析対象系の最も基本的な構成要素である素粒子について多次元空間の座標軸を定めると、相互作用の場での質点

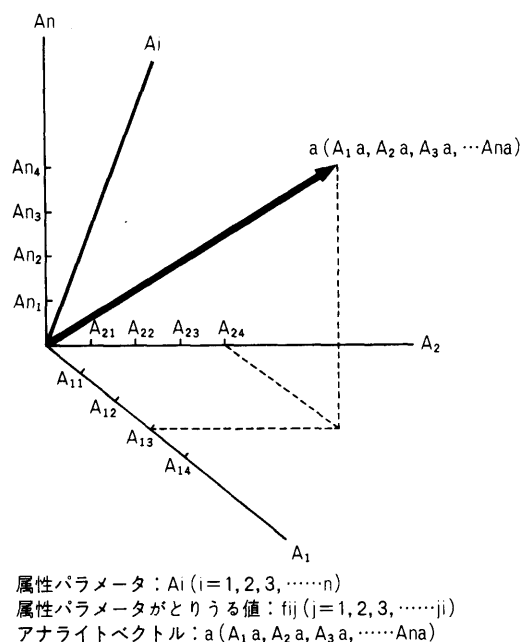


図1 アナライトベクトルとアナライト空間 (分析対象系の個々の構成要素について、属性パラメータを座標軸とする多次元空間が形成される。分析対象系は、この空間上の一点に対応するベクトルとして規定される。)

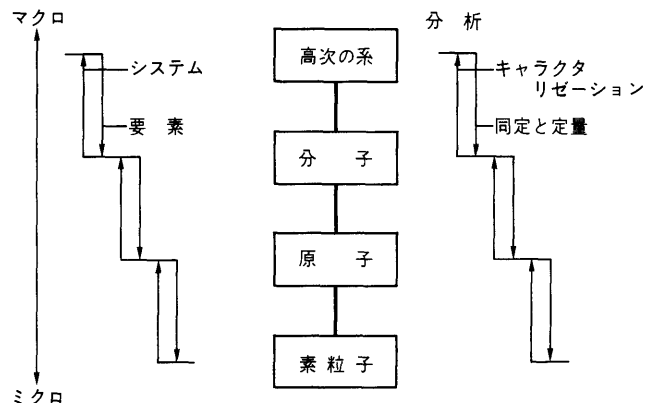


図2 分析対象系(アナライト)の階層構造

の状態として一般力学の記述とほぼ等価になる。相互作用の場が形成する安定点は、原子や分子に対応するさらに上位の系を形成し、それらの系に対応する属性を生む。したがって、分析対象系を階層構造とし、それぞれの階層での属性を座標軸に対応させることができる。すなわち、図2に示すような階層構造とし、素粒子、原子、分子、そしてさらに上位に系の結晶、組織、生体などについての属性を規定できる。これらの階層は、素粒子を除き、どの系も上位の階層から見ると構成要素であり、下位の階層から見ると上位の系(システム)である。化学では原子、分子のレベルの系が主な対象として扱われ、生物学では生体系が中心となる。

次に、一般化した「分析科学」の方法論について述べたい。図3は、一般化した分析の概念を示す。通常は、分析対象系について、系と相互作用を生じさせる「インタラクタ」(Interactor; 相互作用媒体)を与える。アナライトとインタラクタとの相互作用により、アナライトあるいはインタラクタが変化する。変化の内容には、エネルギー、エントロピー、コンフィギュレーションなどがある。この変化を検出してアナライトの情報を得る。この関係は次式にて記述できる。

表1 分析科学の概念適用による化学分析および物理分析の統一的理解 (例: 水溶液中の銀の分析)

分類	化学的方法	物理的方法
分析法	重量分析	分光分析
分析対象系 (アナライト)	Agの水溶液	
階層のレベル	原子、イオン	
目的	Agの定量	
分析式 (反応式)	$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl \downarrow$	$Ag(G) + \text{光子} \rightarrow Ag(E)$
相互作用媒体 (インタラクタ)	Cl^-	光子
分離法	特異的反応による沈殿	—
検出法	秤(ひょう)量(非特異)	特異吸収
分析パターン	分離検出	選択検出

G: 基底状態 E: 励起状態

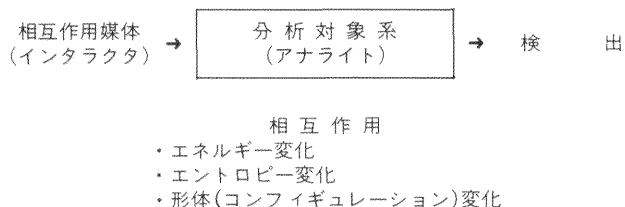


図3 一般化された分析過程



ここで、Aはアナライト、Iはインタラクタ、dAとdIはそれらの変化を表す。ここで、もしdAが極めて小さいなら非破壊分析となる。

具体例で示すと次のようになる。例として、表1に示すような溶液中の銀の分析を考えよう。まず、化学分析の場合である。最も一般的には塩素イオンによる選択的沈澱反応を用いた重量分析が施行される。このとき、アナライトは銀の溶液であり、インタラクタは塩素イオンである。沈澱濾過された塩化銀の重量から、溶液に含まれていた銀の量を知ることができる。

一方、機器分析として一般的な原子吸光による銀の分析を考えよう。この場合は、アナライトは同じく銀の溶液であり、インタラクタは光子となる。dIは銀原子の特異的吸収に基づく入射光の減光であり、これを計測してやはり銀の量を知ることができる。この場合は、量子力学的選択則による光の特異的吸収を計測しており、純粋に物理学的な手法である。

両者とも、アナライトは分析により大きく変化する。前者では、アナライトの溶液から銀が分離されており、後者でもアナライト溶液を原子化のために高温ガス化している。したがって、dAは大きくいわゆる破壊分析である。ここで重要なことは、化学分析も物理分析も統一的な分析の概念でとらえられることである。従来考えられてきた分析化学の考えも、必ずしも化学の枠組みを必要としない。この考え方は、階層構造でさらに上位に位置する分析系にも適用できる。高次の階層になると状態と機能に関する分析が重要になる。すなわち、高次の階層では構成する要素の種類と数を分析の手法によって明らかにできるだけは不十分である。構成要素の系の中での位置づけ、すなわち、状態と機能を明らかにすることが要求される。アナライトの階層構造で(図2)、上位の系を構成する下位の系、すなわち構成要素の種類と数を明らかにする行為は、それぞれ、同定 (Identification) と定量 (Determination) に対応する。逆に構成要素、すなわち下位の系が、どのような上位系の中に位置づけられているかを明らかにすることはキャラクターゼーション (Characterization) に対応する。例えば、前述の銀の例で言えば、アナライトとしての溶液に、階層構造で原子のレベルにある銀が存在することを確認する行為が同定 (Identification) であり、その量を明らかにする行為が定量 (Determination) である。さらに、原子の階層にある銀が、その上位の階層である分子としてどのような化合物の状態にあるかを明らかにする行為がキャラクター

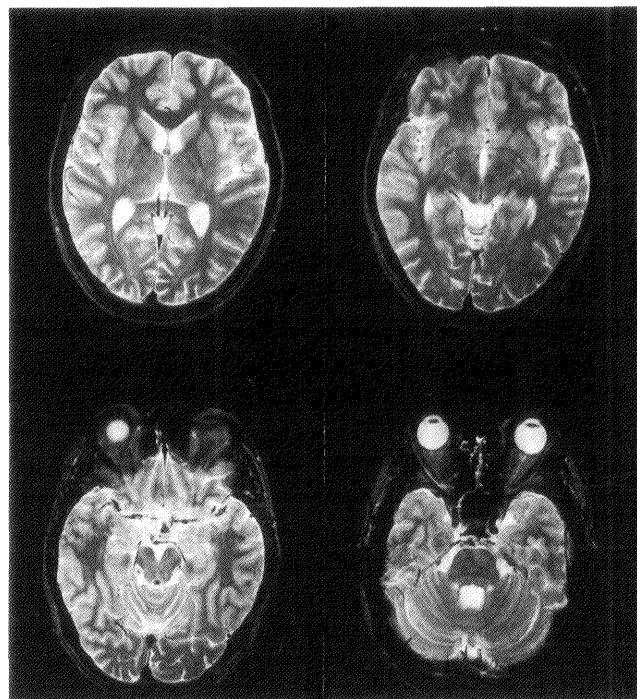


図4 MRIによる緩和時間強調画像

分析対象系：人体>脳>組織>結合水/自由水/脂質>プロトン
計測パラメータ：プロトン密度
緩和時間 空間位置 (分布)

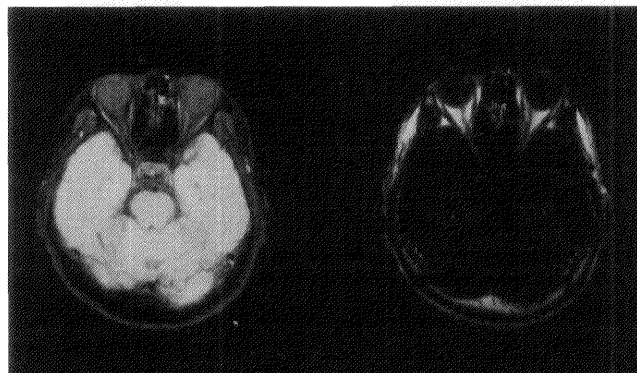


図5 MRIによる化学シフト画像 (左図：水の中のプロトン密度像、右図：脂質中のプロトン密度像)

分析対象系：人体>脳>組織>結合水・自由水/脂質>プロトン
計測パラメータ：プロトン密度
化学シフト 空間位置 (分布)

ゼーション (Characterization) である。

さらに上位の分析対象系として生体を扱う場合には、状態および機能の分析が重要になる。例えば、分析対象系を人体とするMRI (Magnetic Resonance Imaging) を考えるとこの事情は明確である。通常、プロトンMRIでは素粒子である陽子 (Proton) を計測している。陽子は水素の原子核でもあり、体液あるいは組織に含まれる自然水、結合水、あるいは脂質などの有機物の中に多量に存在する。MRIは核磁気共鳴現象 (NMR: Nuclear Magnetic Resonance) に基づく手法で、インタラクタとして比較的低エ

エネルギーの光子 (Photon) を用いている。プロトンの磁気量子数と磁場強度で規定される特異的エネルギーの光子だけが相互作用を起こし、その相互作用もきわめて小さい。通常、ppmオーダの数の原子核スピンの反転するだけである。したがって、ほぼ完全に近い非破壊的分析である。

分析対象系の階層はプロトンの存在状態としてとらえることができ、下位から上位へ、素粒子、原子、分子、結晶、組織、器官、全身となる。相互作用の微細な変化 (摂動: Perturbation) によって種々の状態に関するパラメータを計測することができる。例えば、図4に示すように、脳組織の中のプロトンについて、水分子の状態、すなわち自由水か結合水かによる信号の緩和時間変化を利用し、プロトンの状態を特定することができる。また、図5に示すように、水素と結合する原子の種類により、プロトンの共鳴周波数がわずかに変化すること (化学シフト) を利用し、当該プロトンを含む分子種を同定することができる。これらは、原子、分子、結晶の階層に関する情報で人体という分析対象系からするとミクロな構造である。原子、分子、結晶の階層では、空間位置としては主として原子相互間の距離と

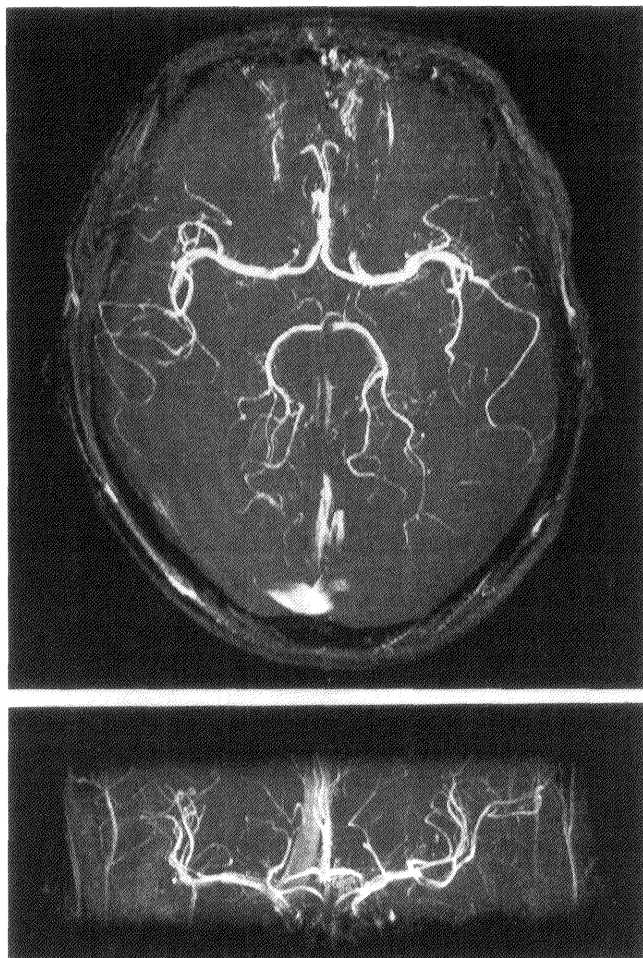


図6 MRIによる三次元血流画像

分析対象系: 人体>脳>血管>自由水>プロトン
計測パラメータ: プロトン密度
時間変化 (速度)
空間位置 (三次元分布)

表2 拡張された物理分析への、分析科学の概念適用

(例: プロトンMRIによる人体の非侵襲状態分析)

分類	物理的方法
分析法	分光分析
分析対象系 (アナライト) の階層レベル	1. 人体 (頭部、腹部…) 2. 器管、組織 (心臓、血管…) 3. 結晶 (結合水、……) 4. 分子種 (水、脂質、…) 5. 原子 (水素) 6. 素粒子 (陽子) (項番の数値が小さいほど高次の階層を示す。)
計測目的	・ 同定 ・ 定量 ・ キャラクタリゼーション ・ 動態解析 ・ 形態解析 ・ 機能解析
解析可能な状態	
(1) 化学的状态	・ 化学シフト δ ・ 緩和 T_1 and T_2
(2) 物理学的状态	・ 空間位置 X, Y, Z ・ 速度 V ・ 温度 T
(3) 生物学的状态	・ 活性度 Activity, Viability
相互作用媒体 (インタラクト)	光子 (電磁波)
検出法	核磁気共鳴
分析パターン	選択検出

配置が重要である。しかし、さらに上位の階層である組織、器官になると、マクロな空間位置と配置が重要になる。したがって、図4、図5に示したように、例えば脳が分析対象系の場合、組織の空間上の位置関係、分布などが分析パラメータとして必要となる。さらに図6に示すように、血管を分析対象系とする場合には、空間分布だけでなく時間的变化を分析パラメータに加えてはならない。すなわち、流れの大きさや方向の計測が必要である。ここではすでに状態分析だけでなく、血流や動脈、静脈の識別など機能分析の一部が取り込まれている。分子とは状態を持った原子からなる系であり、それを扱うのが化学とするならば、機能を持った分子からなる系が生物であろう。したがって、分析対象系を生物にまで拡張する「分析科学」では、機能分析の概念が必須 (す) となる。

以上は、MRIを例に拡張された分析科学の概念と構造を示したが、それらをまとめると表2のようになる。

4. 「分析科学」へのアプローチ

「分析科学」が将来必要であろうと考え始めたのは実験科学の体系化に端を発している³⁾。優れた実験科学者の発想

や実験装置には、芸術に通じる感性が感じられる。また、創造的な仕事をした実験科学者には共通の方法論が存在するように感じられ、それをだれの目にも明瞭にすることによって科学技術の進歩をさらに加速できぬかと期待をもったのである。現在でも実験学は体系化されているとはいえない。書籍としての実験学講座も、基礎技術と精度論の後には、光、電子、熱、磁気などの個別項目についての各論が連なる形をとっている。しかし、それらの個別項目の根底には方法論としての共通項目が存在するはずである。例えば、「増幅」という概念一つとっても、「入出力系の線形関係」と考えれば、対象は通常の電子工学での電子だけにとどまらない。化学種に適用すれば化学増幅となり、遺伝子に適用すれば最近では身近な遺伝子増幅となる。すなわち、物理学、化学、生物学の枠を越えた一般化された概念としてとらえることができる。

実験学の体系化を思案していたころ、Prof. T. S. Westが、英国マコウレイ土壌研究所に招いて下さった。マコウレイ土壌研究所は、Prof. A. C. G. Mitchellに始まる分光学の輝かしい歴史をもち、また分析化学の最先端を行く研究所でもある。先生は多忙な所長職を一日半ストップされ、研究所の庭園にある美しい池や花園、そしてハイランド地方の鰯（たお）やかな山々を案内して下さりながら、分析化学についての貴重なご教示を与えて下さった。それ以来、何とかして先生のご厚意におこたえしようとして、浅学非才を省みず考え続けてきたのが分析化学の体系化であった。分析化学も実験学と同様に、体系化が未着手ではないかと感じていたからである。前述の実験学と同様、広範な分析化学関連分野の根底に横たわる共通概念を抽出することにより、本質的な体系化が可能ではないかと考えた。共通概念を抽出していくうちに、前述の実験学と同様に基本的な概念には、化学、物理学、生物学の区別はなく、分析化学（Analytical Chemistry）と呼ぶよりも分析科学（Analytical Science）と呼ぶほうがふさわしいと感じるようになった。

1983年の11月に開催された日本分析化学会「ぶんせき」誌主催の座談会「分析化学の将来を語る」の最後に、上記の「分析科学」に関する考えの一部を述べさせていただいた⁴⁾。

複数形Analytical Sciencesではなくして、単数形のAnalytical Science、すなわち分析に関係する分野を包括する「分析科学」という概念の存在に確信を持ったのは、ゼーマン原子吸光からMRIへの仕事上での転機によってであった⁵⁾。

ゼーマン原子吸光とMRIは、一見してまったく別の分野に見える。前者は元素分析計であり、後者は医用の画像診断装置である。しかし、MRIを学んでいくうちに、両者の根底に共通概念が横たわっていることに気付いた。ゼーマン原子吸光の本質は、磁気量子数による選択性を導入したことにある。原子スペクトル分析での選択性を得るのに、従来は三つの量子数、すなわち主量子数、角運動量子数、スピン量子数を用いていた。そこに新たに磁気量子数に基づく選択則を持ち込み、分子と原子の吸収を判別したのである^{6)~9)}。このように考えていくと、MRIの場合も同じく磁場を用いて、原子核のスピン量子数と磁気量子数を用いて

高度な選択性を得て、非破壊、無侵襲の分析を行っていると思える^{10)~14)}。このような考え方を進めて、分析の基本を分離と検出にまでさかのぼると、ついには化学の概念は必須でなくなり分析化学をも包括する「分析科学」の概念に自然に到達する^{15)~16)}。

「分析科学」を考える上で、やはり貴重なご教示を下されたのは、当時の日本医師会会長の武見太郎先生であった¹⁷⁾。先生は「生存科学」(Human Survival Science)の概念を創出され、(財)生存科学研究所を設立されるとともに、米国ハーバード大学に、その研究のための武見講座(Takemi Program)を開設された。環境科学、人類学、医療経済学(Medico-economics)、医療社会学(Medico-sociology)、医療政治学(Medico-politics)などの部分を包括した人類が存続するための学問が「生存科学」である。従来は、哲学的な観点を含む包括的な学問を科学とは呼ばなかったが、これからはそれらが必要な時代であることを示唆された。

「分析科学」は、決して古典的な分析化学をないがしろにするものではない。むしろ、かけがえのない分析化学を存続させるために、アイデンティティの明確化と体系化を目指している。かつて中学生の夏休み、東京大学の治（や）金学教室で、当時の亀谷 博講師から、化学分析の基礎をたたき込まれた日々を懐かしく思い出す。来る日も来る日も大量の分析器具の洗浄と、厳格な試薬の調製を通して、分析精度の要（かなめ）を体に覚えこませるところから始まった。チオ硫酸ナトリウムのヨウ素滴定時に、誤って原液のヨウ素を吸い込み、目を白黒させたこともあった。しかし、このときの体験は、米国商務省のNBS (National Bureau of Standards)で、新しいSRM (Standard Reference Materials)のCertificateを作成する際に大変役立った¹⁸⁾。試薬の香りの立ち込めた工学部4号館の思い出とともに、筆者にとって分析化学は心の故郷である。

5. おわりに

冒頭に述べた国際分析科学会議のProceedingsは本年になって刊行されたが、最近、ハンガリーのProf. Pungorから「Analytical Science」の考え方に対する賛同の手紙をいただいたいき、また、種々のご教示をいただいた^{19)~20)}。さらに旧ソビエト連邦のProf. Zolotovからも同様のご教示の手紙をいただいた²¹⁾。文献をさかのぼって調べていくうちに、オーストリアとハンガリー、そして旧ソビエト連邦を中心に分析化学の教育と体系化について意欲的な研究が行われていることを知った。とりわけ、Prof. Malissaの先駆的な仕事は特筆されるべきであろう。1986年と1989年の2回にわたり、ウィーンで「The International Symposium on the Philosophy and the History of Analytical Chemistry」という国際会議が開催されている^{22)~24)}。

さらに、海外誌に発表されたProf. Gohshiの「Instrumentation Chemistry」の考え方も特筆されるべきであろう。やはり分析化学の拡張を目指した先駆的な仕事である²⁵⁾。

1985年には、日本分析科学会の英文誌が「Analytical Sciences」として発刊された。これは日本分析化学会の英断によるものであり、英国Nature誌の書評でも高く評価されている。さらに、最近では分析化学の総集編としての「The Encyclopedia of Analytical Science」の出版計画が、英国

で1995年発刊の予定で進められている。

このような海外の状況を見ると、21世紀に向けた「分析科学」: Analytical Scienceの力強い胎動を感じるのである。

終わりにあたり、「分析科学」を考える最初の契機を与えていただいた英国マコウレイ土壤研究所のProf.T.S. West,そして、温かなご教示とご賛同を下されたスイス連邦工科大学のProf.W.Simon,およびハンガリーの技術開発大臣Prof.E.Pungor,旧ソビエト連邦科学アカデミーのProf.Zolotovをはじめとする諸先生に厚くお礼を申し上げる。また終始励ましを下さり、国際分析科学会議で招待講演の機会を与えて下さった日本分析化学会会長の不破敬一郎先生に対し、心から感謝する次第である。

参考文献

- 1) The American Heritage Dictionary of the English Language (W. Morris, Editor), 1539, American Heritage Publication Co., Inc. and Houghton Mifflin Company, Boston (1973).
- 2) R. Descartes, "Discours de la Methode ; La Dioptrique, Les Meteores et La Geometrie", (1637). 「方法序説」, 177, 中央公論者, 東京, (1967).
- 3) 小泉英明: 「分光学の未来」 (特集: 21世紀の化学) 化学と工業, **33**, 49(1980).
- 4) 小泉英明: 「分析化学の将来を語る」 (誌上討論会), ぶんせき, No. 6, 430(1984).
- 5) 小泉英明: 「分析化学の未来像」, 日本分析化学会関東支部30周年記念誌, 64~66(1985).
- 6) T.Hadeishi: "Isotope-shift Zeeman Effect for Trace Element Detection", Appl. Phys. Lett., **21**, 438~440(1972).
- 7) 小泉英明, 保田和雄: 「ゼーマン効果を用いた原子吸光分析の新しい方法」, 分光研究, **23**, 290~298(1974).
- 8) 小泉英明: 「ゼーマン原子吸光法の開発」 (創案と開発), ぶんせき, No.11, 825~828(1980).
- 9) 小泉英明: 「ゼーマン効果を用いた原子吸光分析」, 分光技術ハンドブック (南 茂夫, 合志陽一編), 91~92, 515~517, 朝倉書店, 東京, (1990).
- 10) P.C. Lauterbur: "Image Formation of Induced Local Interactions: Examples Employing NMR", Nature, **242**, 190~191(1973).
- 11) A.Kumar, D. Welti and R. R. Ernst: "NMR Fourier Zeugmatography", J. Magn. Res., **18**, 69~83(1975).
- 12) 小泉英明: 「MRIの基礎」, 臨床放射線, **31**, 1487~1492(1986).
- 13) 小泉英明: 「MRIとその設計」, 設計製図, **27**, 53~58(1991).
- 14) 小泉英明: 「MRIの最先端技術」, 映像情報, **24**, 329~333(1992).
- 15) H.Koizumi: "From Zeeman AA to MRI - An approach towards Analytical Science", Anal. Sci., **7**(S), 565~570(1991).
- 16) H.Koizumi: "Conceptual Structure of Analytical Science", Submitted to Fresenius' J. Anal. Chem. (1992).
- 17) 小泉英明: 「武見太郎先生との一年半」, 武見太郎の人と学問, 武見記念生存科学研究基金編, 347~353, 丸善, 東京, (1989).
- 18) J.P. Cali: National Bureau of Standards Certificate, Standard Reference Material 1643, Trace Elements in Water (1977).
- 19) E.Pungor and R. Kellner: "The Teaching of Analytical Chemistry in Europe", Anal. Chem., **60**, 623A~629A(1988).
- 20) E.Pungor: Analytical Chemistry in Central and Eastern Europe, "Pittsburgh Conference, Abstracts, 834, (1992).
- 21) U.A.Zolotov: "Methodological Problem Modern Analytical Chemistry", Zhurn. Analit. Khim., **47**(1), (1992) (Russian), English Translation; in press.
- 22) H.Malissa: "Automation in und mit der Analytischen Chemie" Z. Anal. Chem., **271**, 97~100(1974).
- 23) H.Malissa: "Introduction to Philosophy in Analytical Chemistry", Fresenius Z Anal Chem, **326**, 301(1987).
- 24) H.Malissa: "Introduction (Proceedings of the 2nd International Symposium on philosophy and History of Analytical Chemistry and their consequences", Fresenius J Anal Chem, **337**, 149 (1990).
- 25) Y.Goshi: Instrumentation Chemistry", Trends Anal. Chem., **10**, 202~206(1991).

著者略歴

氏 名	小泉 英明
生年月日	昭和21年10月5日
現 職	㈱日立製作所 計測器事業部 医療システム本部 設計部 主任技師 (平成4年8月21日より㈱日立製作所中央研究所 主管研究員)
学 歴	昭和46年 東京大学 教養学部 基礎科学科卒業
学 位	昭和51年 東京大学 理学博士
職 歴	昭和46年 ㈱日立製作所入社現在に至る。この間、 昭和51年~52年 米国商務省標準局 (NBS: National Bureau of Standards) 客員研究員 昭和52年~53年 米国カリフォルニア大学 ローレンスバークレイ研究所 客員研究員 平成2年~3年 東京大学 非常勤講師
著 書	分光技術ハンドブック(平成2年, 朝倉書店) (分担執筆) 「微量成分分析」(昭和63年, 講談社サイエンティフィック) (分担執筆)
表 彰	昭和51年 研究功績者, 科学技術庁長官賞 昭和52年 大河内記念技術賞 昭和56年 日本分析化学会奨励賞 昭和58年 全国発明表彰, 科学技術庁長官賞 昭和63年 日本ME学会賞
趣 味	音楽, 美術, 古武道
自 宅	〒312 茨城県勝田市津田2381-4
連絡先	日立製作所 中央研究所
T E L	(0423)23-1111

解 説

日立¹³C/¹H-NMR検索同定システムの開発 (2)

－実用化の検討－

A Computer-Assisted Structure Elucidation Scheme Based upon the Pattern of Assembly of Peaks in Carbon -13/Proton NMR Spectra(2)

橋本 正雄* 佐久間 晃子** 小室 仁*** 笹淵 仁***

(平成4年6月16日受理)

1. はじめに

分析者が未知化合物のNMRスペクトルを測定し、同定解析する場合、スペクトルデータ集から合致あるいは類似したスペクトルを選び出す操作は、特にNMRを専門としない分析者にとっては必要不可欠であり、これに要する時間は膨大なものになる。したがって、赤外吸収スペクトルや質量スペクトルに対して、データベースを用いた検索同定システムが一般化されているのと同じ意味合いで、NMRスペクトルのデータベースを用いた検索同定システムを開発することは重要な意味がある。最もNMRの専門家は、特に高分解能の測定装置を用いる場合、データベースに頼ることなく同定が可能であるが、データベースを検索して類似した化合物を選択できる機能を持った測定装置のほうが良いことは明白である。また、最近の研究分野の細分化、迅速性の要求上、このようなデータベースは不特定多数の分析者に対する集中管理方式の汎（はん）用的なものではなく、NMR測定装置とオンライン結合可能で、かつ利用者側でデータベースの構築が自由自在にできるものでなければならない。

しかし、現在、上記の要求を満たすもので公表されているものはほとんどない。前報¹⁾ではこのような事情に堪がみ、日立独自の¹³C/¹H-NMR検索同定システムの開発と、基本性能の検討を行った。本報では、このシステムの実用化の過程で遭遇したいくつかの問題点とその対策について述べ、本システムが製品段階に実用化されたことを報告したい。

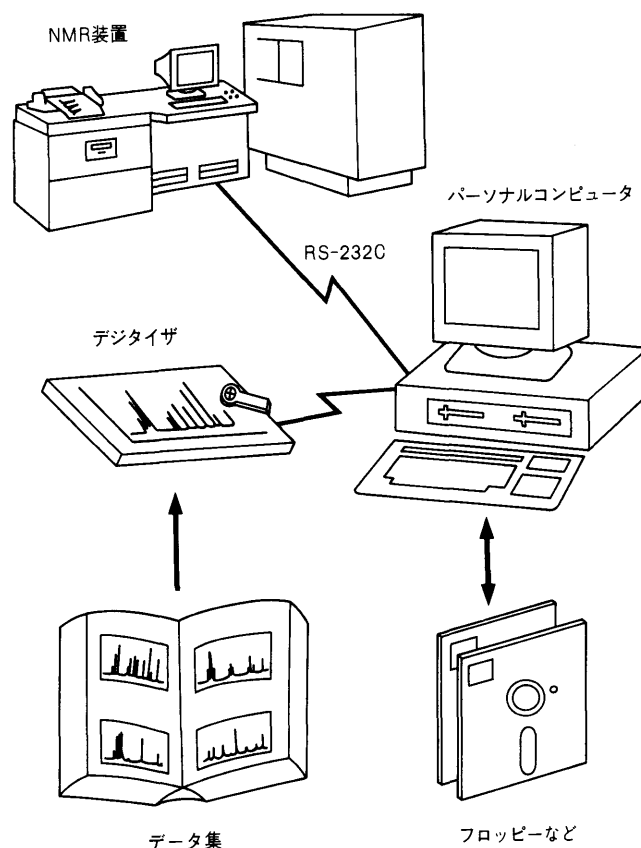
2. 本システムの概要^{3)~5)}

本システムでは、図1に示すようにNMR測定装置やデジタイザから取り込んだスペクトルをパーソナルコンピュータ（以下、パソコンと略す）に送信し、ピーク検知する*）。

※）もちろん、オンラインで作業する場合には、ピーク位置-強度をキーボードから入力することもできる。また、オンラインの場合、測定装置側でピーク検知した結果をパソコン側が受信することもできる。

また¹³Cの場合、各ピークのシフト値-強度がそのままデータベースとなるが、¹Hの場合は各ピークの±σppm以内に何本のピークが存在するかということにより、多重度を持った一つのグループ（パターン化されたピーク群）に属すると考え、さらにそのグループ内で最大強度のピークの相対強度を4段階評価してパターン化したものをデータベースとする（図2）。

未知化合物と参照化合物のスペクトルの比較は、パターン化されたピーク群の比較を通じて行う。±σppm以内で一致している二つのピーク（またはピーク群）の化学シフトの差|γ|の大きさに応じた因子を合致度算出の計算式（図4）に取り入れてある。これにより、類似の度合いが「完

図1 ¹³C/¹H-NMRスペクトル同定システム

* 日立計測エンジニアリング株式会社 テクノリサーチセンタ 理博

** 日立計測エンジニアリング株式会社 テクノリサーチセンタ

*** 株式会社 日立製作所 計測器事業部

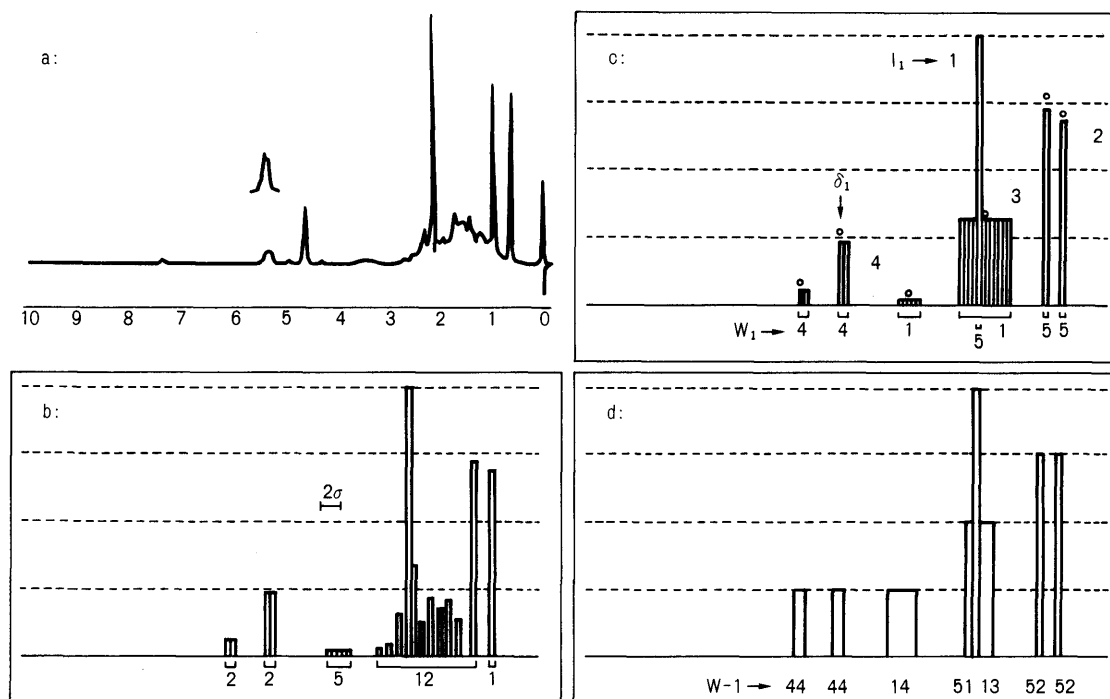


図2 ¹H-NMRスペクトルのパターン化手順

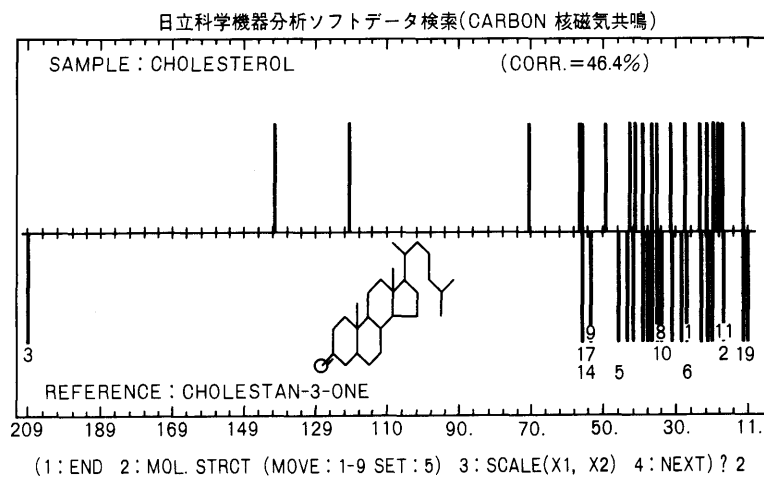
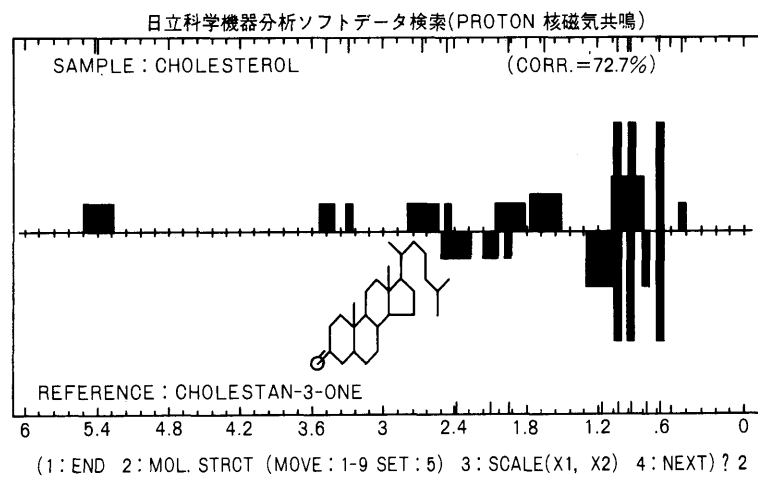


図3 ピーク集合パターンの比較 (上)¹H-NMRの場合 (下)¹³C-NMRの場合

合致度の計算式

$$R(\beta, \gamma) = \sum_{m=1}^M R_{ij}^m \times (M/B) \times r \times 100 \text{ (in \%)}$$

$$R_{ij}^m = R_{ij}^w \times R_{ij}^s$$

$$R_{ij}^w = [1 / (|W_i - W_j| \times f_w + 1)] \times [1 / (|i - j| \times f_i + 1)]$$

$$R_{ij}^s = 1 / (|\delta_i - \delta_j| \times f_s + 1)$$

ここに、

i, j = 距離 $\gamma = |i - j|$ が Δ ppm 以内のピーク対

M : (i, j) の対の数

r : 化学シフトの組 (i, j) に関する相関係数

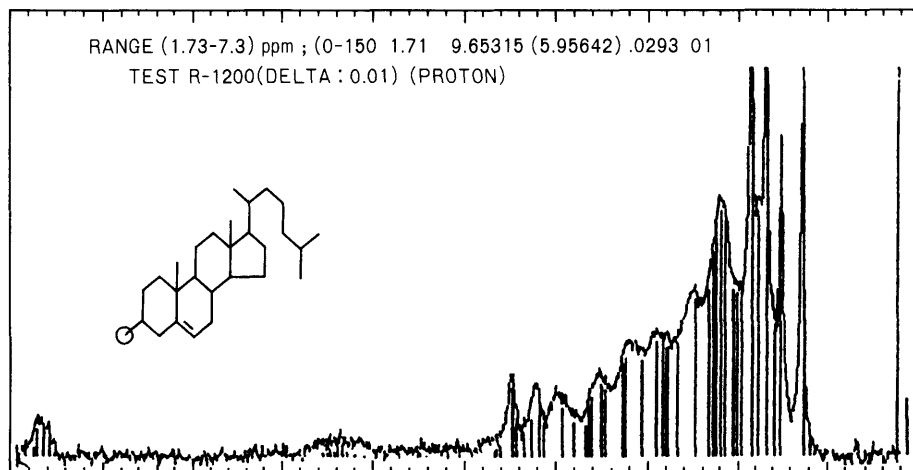
f : 実験結果で定まるパラメータ

図4 合致度(CORR.)の計算式

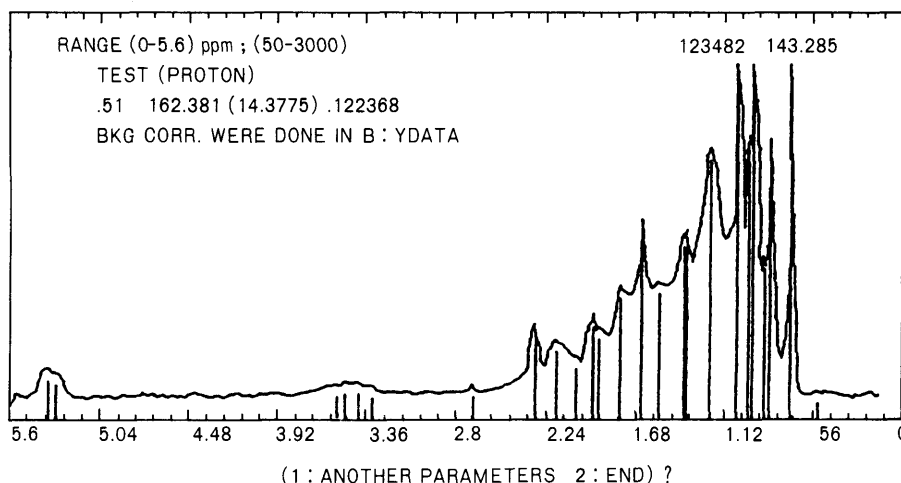
全に一致している」から「何パーセントくらいで類似している」までが連続的になり、「類似している、していない」という人間のあいまいな感覚に近づいたものとなる⁵⁾。¹H の場合はさらに多重度-強度パターンの差に応じた因子

(R_{ij}^w) も合致度算出の計算式に取り入れられており、溶媒の差や測定機種間の差がある場合でも、類似したスペクトルの検索が可能である。

本システムは、分析者個人によって編集されたスペクトルデータベースの検索同定を目的としているので、2ドライブ方式のフロッピーディスクを使用するとして、最大3,000件程度のスペクトルを集録できるように設計してある。データベースには分子構造の情報を組み込んで、図3や図7のように分子構造を表示することができるが、そのための記憶領域が500バイト/分子必要なので、この場合には集録件数は2,000件程度になる。BASICインタプリタを用いて本システムの検索プログラムをRUNさせたときの検索速度は、スペクトルのピーク本数による差があるが32ビットの機種を用いた場合、参照化合物、100件当たり¹Hで2分、¹³Cで4分程度である。プログラムの改良によって若干向上させることはできるが、オーダ的にこれが改善されることはないと考えられる。インタプリタの代わりにコンパイラを使用すると、約1/2に時間短縮がなされるので十分実用に耐えられる。ハードディスクを使用すれば、さらに短縮でき



実測のスペクトル



デジタイザによる文献スペクトル

図5 実測スペクトルとデジタイザによるスペクトル

ることは言うまでもない。

プログラムはBASICで作成しているの、ファイル操作やグラフィック関係の命令の若干の書換えによって異機種間でも互換性がある。例として日立B16系統からNECのPC-98系統パソコンに変換し、問題のないことを確認している。しかし、測定装置はメーカーによって大きく異なるので、データ取込みはRS-232C通信を採用したが、測定装置からどのようなデータフォーマットで送られるかによって、個別対応のデータ変換サブルーチンを余分に追加する必要がある。

3. 実用化の検討⁶⁾

(1) デジタイザとNMR測定装置間のスペクトルデータ点数の差による不整合の問題

本システムは、文献やデータ集のチャートから目視あるいはデジタイザを用いて得たスペクトルからもデータベースを構築できるように設計してある。しかし、デジタイザとNMR測定装置のデータ点数は大きく異なるので、検出されたピーク群の集合パターンの整合性は一般にはよくない(図5)。

この問題はNMR測定装置からのスペクトルがSN比の悪い条件で測定されたときには重大で、実用化に向けて克服すべき条件の一つである。ピーク検知方式や合致度計算式中の諸パラメータに関する種々の実験の結果、測定装置からのデータに対して、次に述べるデータ処理 (I), (II) が有効であることがわかった。

(I) ピーク検知の際のピーク位置とともにその両側の谷位置を検出して裾(すそ)幅を求め、これがa ppm以下のものはノイズとみなして捨てる。こうして例えば、4 K点のデータから検出されるピーク数は約100本となる。

(II) 先の(I)で得られたピーク群に対し、隣り合ったピーク間の距離がb ppm以内に存在するいくつかのピーク群に分け、その中で最大強度のピークだけを選択する。こうして上記の100本のピークは約40本に縮約され、デジタイザや目視で得られたピーク数に匹敵するものになる(図6)。a, bは測定装置の分解能(データ点数)によって決定

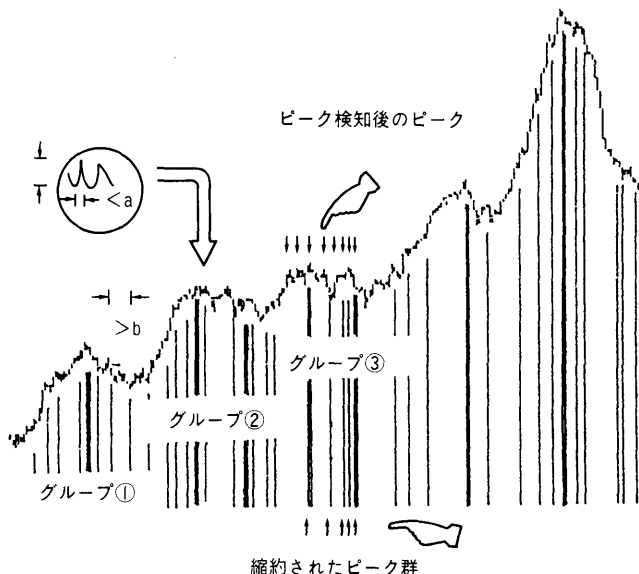


図6 ピークの縮約法

*****入力化学シフト(許容誤差: ±.8ppm照合領域(低-高): (0-15)ppm)*****

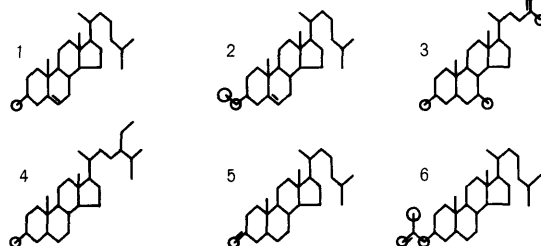
1: 5.42 44 2: 3.62 54 3: 3.55 54 4: 3.44 24 5: 2.4 54
6: 2.35 54 7: 2.35 24 8: 2.25 54 9: 2.14 54 10: 1.25 13
11: 1.05 51 12: .96 51 13: .87 52 14: .73 52 15: 0 0

パターン: 2 4 4 14(step: .16ppm)

全体構造(CORR. OF INT. NO)

日立科学機器分析ソフトデータ検索(PROTON 核磁気共鳴)

1: 10 76.5 2: 13 71.6 3: 53 69.6 4: 8 68.3
5: 18 68 6: 60 61.7 7: 9 61.3 8: 89 61



可能性の高い成分: CHOLESTEROL (76.5%)
(1: END 2: PAGE 3: パターン(番号) 4: 検索(登録番号) 5: MIX ?)

図7 検索結果の出力例

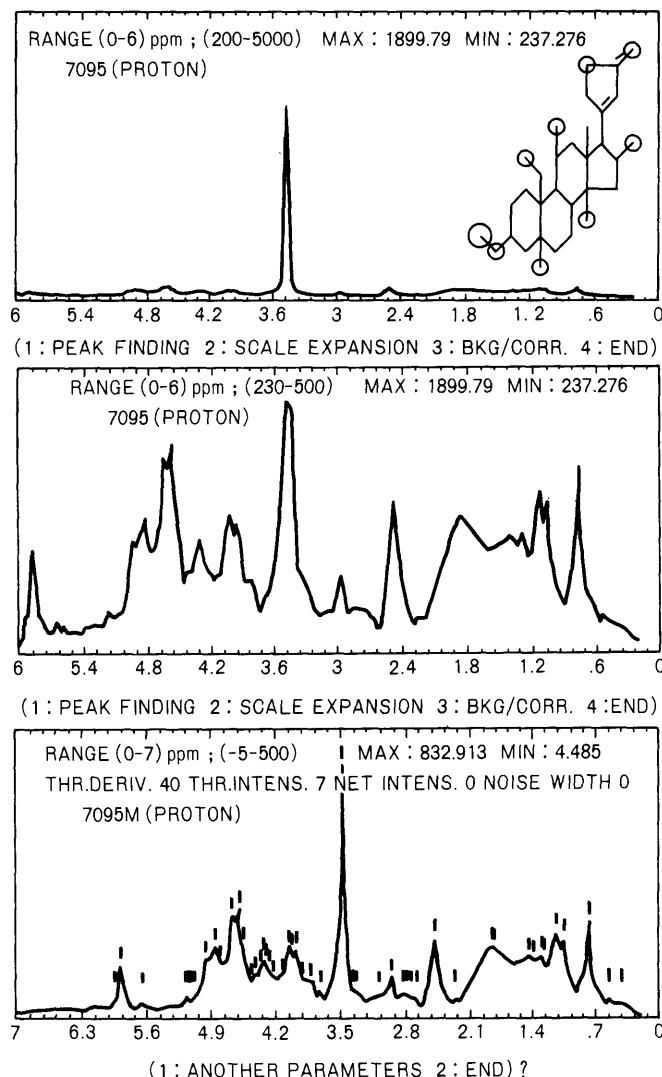
されるが、60MHzの装置ではだいたい0.01および0.03であった。

デジタイザによって作成した約200種のステロイド関連化合物の¹H-NMRスペクトルデータベース²⁾に対して、測定装置からの実測スペクトルのパターンを検索同定した結果を図7に示す。各合致度はパラメータの選択いかんによって異なるので絶対値は重要ではないが、検索されてくる順位は重要である。検索同定アルゴリズムの検証および諸パラメータの決定はこれを見ながら行った。

(2) 巨大ピークの存在による合致度低下の問題

G-strophatinの¹H-NMRスペクトルの概念図を図8(a)に示す。OHのピーク強度が他と比べて抜群に大きいため、これを1とした場合の他のピークの相対強度は1/4以下になるので、類似化合物と大きく異なるパターンになり検索されない。同図(b)は同図(a)の拡大図である。小さなピークが他のCardiac Glycosidesに類似したスペクトルを形成していることがわかる。これらのピークをパターンに有効に組み込むため、次の方法を考えた。すなわち、着目するスペクトル領域の平均強度よりもc倍大きなピークが存在する場合、この強度をd倍縮小してパターン化する。さらに巨大ピークを挟む2点を指定すると、その2点間の強度をすべてd倍にするようなサブルーチンプログラムを追加した。同図(c)は同図(b)のOH領域の強度を0.5倍した図である。小さいピークの相対強度分布が有意義になり、類似性を持つものとして検索されるようになった(図9)。アルゴリズムはパラメータcの選択に応じてパラメータdが自動的に選択できるようにしてあるが、cの値がいくつかから本手法を機能させるべきかは、さらに実験した上で決定したい。

以上述べたように、NMR測定装置やデジタイザと前報の検索同定プログラムがオンラインで結合され、本システム

図8 (a) G-Strophathinの¹H-スペクトル概念図

(b) (a)の拡大図

(c) OH領域の強度を0.5倍した図

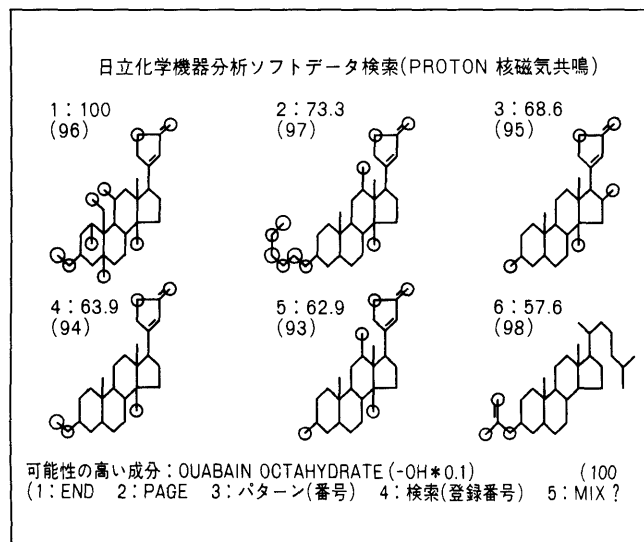
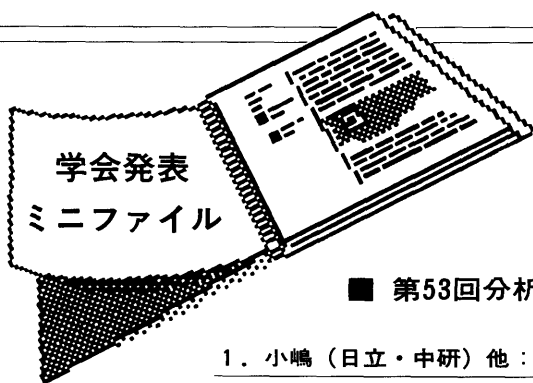


図9 G-Strophathinの検索同定結果

の製品化への段階に進むことができた。ステロイド類のNMRスペクトルの収集に関して、東北大学反応化学研究所の岩泉正基教授、小野寺信治助教授および大阪大学薬学部藤原英明助教授にご協力いただいた。ここに感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 田中保子, 笹淵 仁, 橋本正雄: 本誌, **32**, 3001 (1989)
- 2) 日立理化学機器分析データ集, ステロイド類NMRスペクトル図集 (印刷中)
- 3) M. S. Hasimoto, Y. Tanaka, and C. Hattori: Anal. Sci., **3**, 17 (1987)
- 4) M. S. Hasimoto, Y. Tanaka, and C. Hattori: Chemo. Intell. Lab. Sys., **4**, 251 (1988)
- 5) M. S. Hasimoto, Y. Tanaka, H. Sasabuchi and F. Hattori: ibid., **6**, 143 (1989)
- 6) 橋本正雄, 佐久間晃子, 笹淵 仁: 第14回情報化学討論会 28 P.21 (1991)



■ 第53回分析化学討論会 (5/31~6/1, 秋田大学)

1. 小嶋 (日立・中研) 他: Siウェーハ表面の不純物の酸生成分解抽出法

試料溶解時の器具や試薬からの汚染を避けるための方法を考案し、Siウェーハ表面の超微量元素の原子吸光分析に適用して好結果を得た (図1)。

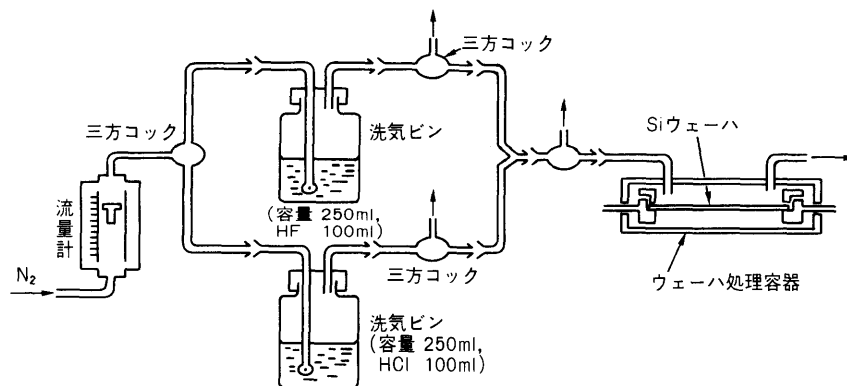


図1 酸生成分解法の装置構成

2. 白崎 (日立計測), 他: マイクロ波プラズマ質量分析法を用いた有機溶媒試料の直接分析

キャリアガスに酸素を添加することによって、インタフェースの炭素析出を防止できた。酸素添加量など分析条件の最適値を調べた (図2)。

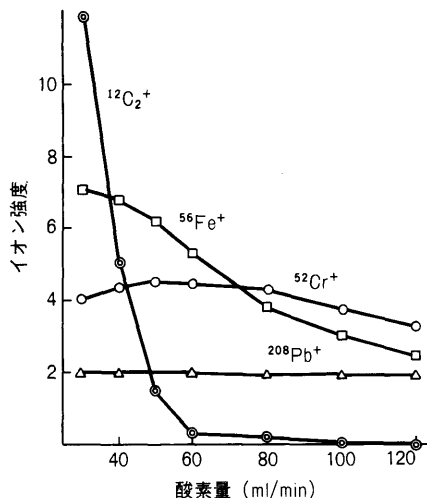


図2 金属元素の感度と酸素添加量の関係

3. 斉藤 (日製産業), 他: グラファイト炉原子吸光法による無機・有機ヒ素系試料の直接分析

4. 保田 (日立・計測器), 他: マトリックスモディファイアを用いる高温炉原子吸光分析における原子化と溶融合金系の活性について

5. 平野 (日立・計測器), 他: 高温炉原子吸光法における血液中微量金属の多元素同時・直接分析
6. 米谷 (日立計測), 他: 重油中の有機ヒ素の直接分析
7. 山本 (日製産業), 他: 化学発光イオウ検出器 (SCD) によるゴルフ場使用農薬の分析

■ 1992年度質量分析連合討論会 (5/13~15, 筑波)

1. 谷川 (日立・計測器), 他: オートサンプラ/フローインジェクション/APCI-MSの開発

多数の試料化合物について, 分子量情報を迅速かつ安定的に取得するためのシステムを検討した。標題の方式によって10分間に5個の試料を測定し, 6時間にわたって安定な結果を得た (図3)。

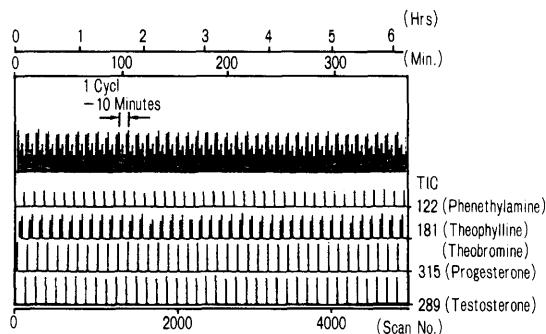


図3 6時間にわたる5成分の分析例

2. 田谷 (日立・計測器), 他: 高性能質量分析計の性能
3. 高田 (日立・中研), 他: 高い流量を導入できるESI源の開発
4. 松村 (日立・計測器), 他: 溶媒スプリット方式を用いたLC/ESI-MSの開発
5. 平松 (日立・中研), 他: 大気圧スプレーイオン化法における擬似分析イオンの生成過程
6. 高橋 (日立計測), 他: ペルフェナジンによるアミノトリプチリンの代謝抑制

■ 第9回液体クロマトグラフィー春季討論会 (5/28~29, 浜松)

1. 岩本 (日立計測), 他: 食肉中抗菌剤の分析

抗菌剤15成分 (追加3成分を含む。) の一斉分離と, 牛肉に標準試料混合物を添加した試料を用いての溶媒抽出・ミニカラムなどの前処理について検討した。三次元検出器を用いることにより, 牛肉試料中の共存成分 (夾雑物) 判別に有効なことが確認された (図4)。

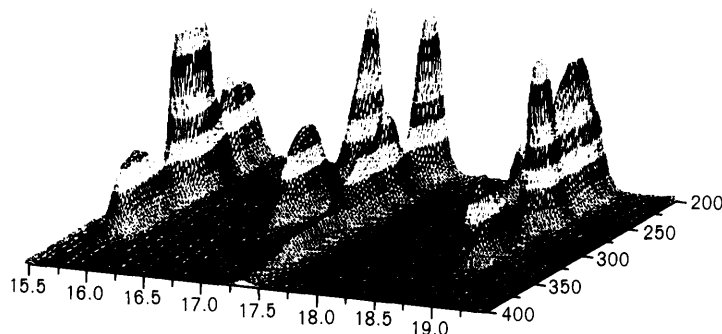
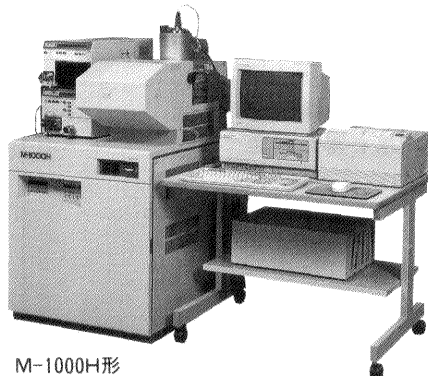


図4 標準添加食肉サンプルの三次元スペクトル

2. 遠山 (日立計測), 他: 畜水産物中合成抗菌剤の分析

新製品紹介

M-1000H形 日立LC/MSシステム



M-1000H形
日立LC/MSシステム

生化学、薬学など広い分野で威力を発揮できる日立M-1000H形LC/MSシステムを完成しました。この装置は、長年培った質量分析、液体クロマトグラフィーとそれらの結合技術（大気圧

噴霧イオン法）、および最新のCPUソフトを駆使しました。

主な特長

- (1) 高感度化：日立独自のLCインタフェースにより、感度一桁向上
- (2) 完全マルチタスクで操作自由自在
- (3) プログラマブルCIDで分子量、構造解析が簡単に取得可能
- (4) 三つのクロマトグラム（UV、TIC、MC）の同時取込み、出力可能
(矢野 正義 記)

Topics

第24回 全日本科学機器展 の予告

世界でも有数の科学機器専門展として高い評価を得ている「第24回全日本科学機器展」が11月16日(月)から19(木)の4日間、東京・晴海の国際見本市会場で開催されます。

で開催されます。

日立グループでは、分析システム製品を中心に、最先端の科学機器を展示する予定です。また、新技術・新製品説明会には3テーマに参加いたします。

各位のご来場をお待ちしております。

(池田 哲郎 記)

日製産業株式会社

本社 電話 東京(03)3504-7211
筑波支店 電話 土浦(0298)23-7391
千葉営業所 電話 千葉(043)247-4151
新潟営業所 電話 新潟(025)241-3011
中部支店 電話 名古屋(052)583-5841
四国営業所 電話 高松(0878)62-3391
九州支店 電話 福岡(092)721-3501

北海道支店 電話 札幌(011)221-7241
北関東営業所 電話 大宮(048)653-2341
横浜支店 電話 横浜(045)451-5151
北陸営業所 電話 富山(0764)24-3386
京都営業所 電話 京都(075)241-1591
岡山営業所 電話 倉敷(0864)25-1316
沖縄出張所 電話 那覇(0988)78-1311

東北支店 電話 仙台(022)264-2211
西関東営業所 電話 八王子(0426)43-0080
厚木営業所 電話 厚木(0462)96-6831
豊田営業所 電話 豊田(0565)28-5191
関西支店 電話 大阪(06)366-2551
中国支店 電話 広島(082)221-4514

<編集後記>

- 本号は、「アナリティカルサイエンスを考える」というテーマで、「アナリティカルケミストリー」か、「アナリティカルサイエンス」かの問題について、ご意見を述べていただきました。
- ICAS'91、分析化学会英文誌「Anal. Sci」など、Analytical Scienceという言葉が一般的になりつつありますが、一方では、「分析化学とは」とか、「分析化学教育のあり方」など討論されるようになりました。
- そこで、分析化学者の生き残れる道は「アナリティカルサイエンス」なのか、今なぜ「アナリティカルサイエンス」なのか、本来の「Chemistry」を軽視し過ぎていないかなど、分析化学や分析科学を見つめ直し、その将来進むべき道を考えてみたいということで、この特集を組みました。

- この企画に対して、諸先生からたいへんありがたいお言葉をちょうだいしました。本音あり、毒舌ありで、従来になくおもしろく、それでいて格調の高い読み物とすることができました。ここにご執筆いただいた諸先生方に対し深く感謝の意を表します。
(高田 芳矩 記)

- 本ニュースに関するお問い合わせは、下記へ、または、日製産業株式会社の上記各事業所へご連絡ください。

- 日立計測エンジニアリング株式会社
テクノロジーセンター
電話 勝田(0292)73-2111(代)
- 日製産業株式会社
科学システム企画開発部
電話 東京(03)3504-7195(ダイヤル)

HITACHI
SCIENTIFIC INSTRUMENT NEWS
AUG./OCT. 1992 VOL.35 NO.4

発行 平成4年10月1日
発行人 上村 昌司
編集人 高田 芳矩
発行所 株式会社 日立製作所 計測器事業部
マーケティング部
〒100 東京都千代田区丸の内1-5-1新丸ビル
電話 東京(03)3214-3121(直通)
印刷所 日立印刷株式会社